

**VIABILITAS DAN FERTILITAS SERBUK SARI TERHADAP
KEBERHASILAN PERSILANGAN TANAMAN TOMAT CHERRY
BERDASARKAN WAKTU SIMPAN
SERBUK SARINYA**

Oleh

ALYA AULIA NUR



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2018

**VIABILITAS DAN FERTILITAS SERBUK SARI
TERHADAP KEBERHASILAN PERSILANGAN
TANAMAN TOMAT CHERRY BERDASARKAN WAKTU
SIMPAN SERBUK SARINYA**

Oleh

**ALYA AULIA NUR
115040201111347**

**MINAT BUDIDAYA PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

**Disampaikan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
MALANG**

2018

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : **Viabilitas Dan Fertilitas Serbuk Sari Terhadap Keberhasilan Persilangan Tanaman Tomat Cherry Berdasarkan Waktu Simpannya**

Nama Mahasiswa : **Alya Aulia Nur**

NIM : 115040201111347

Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Budidaya Pertanian

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Damanhuri, MS
NIP. 19621123 198703 1 002

Dr. Noer Rahmi Ardiarini, SP. M.Si
NIP. 19701118 199702 2 001

Diketahui,
Ketua Jurusan Budidaya Pertanian

Dr. Ir. Nurul Aini, MS.
NIP. 19601012 1986012 001

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan,

MAJELIS PENGUJI

Penguji I,

Penguji II,

Ir. Arifin Noor Sugiharto, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19620417 198701 1 002

Dr. Noer Rahmi Ardiarini, SP., M.Si.
NIP. 19701118 199702 2 001

Penguji III,

Dr. Ir. Damanhuri, MS.
NIP. 19621123 198703 1 002

Tanggal Lulus :

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 3 Agustus 2018

Alya Aulia Nur



RINGKASAN

Alya Aulia Nur 115040201111347. Viabilitas Dan Fertilitas Serbuk Sari Terhadap Keberhasilan Persilangan Tanaman Tomat Cherry Berdasarkan Waktu Simpan Serbuk Sarinya. Di bawah bimbingan Dr. Ir. Damanhuri, MS. Sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Noer Rahmi Ardiarini, SP., M.Si sebagai Pembimbing Pendamping.

Salah satu faktor pembatas produksi benih tomat cherry hibrida adalah bunga tomat cherry memiliki ukuran yang kecil sehingga memerlukan ketelitian tinggi saat proses emaskulasi pada tetua betina agar tabung sari dapat terbang semua tanpa melukai putik. Waktu berbunga yang serempak antara tetua jantan dan tetua betina jika ditanam bersamaan juga menjadi salah satu kendala karena, tetua jantan tidak dapat memproduksi serbuk sari secara maksimal pada saat tetua betina sudah mencapai masa reseptivitas putik. Polinasi bunga tomat dilakukan pada pagi hari, sehari setelah proses emaskulasi. Kendala yang ditemukan adalah ketersediaan jumlah serbuk sari, karena serbuk sari diekstrak satu hari sebelum dilakukan polinasi, jadi tidak dapat diketahui seberapa banyak serbuk sari yang akan digunakan untuk polinasi. Ketersediaan serbuk sari yang digunakan dapat berlebih dan dapat menjadi kurang di hari selanjutnya. Sehingga penelitian mengenai penyimpanan serbuk sari dan umur serbuk sari sangat penting untuk mengetahui apakah serbuk sari yang telah berumur lebih dari satu hari masih dapat digunakan untuk menyerbuki bunga tomat yang telah diemaskulasi sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lama periode simpan serbuk sari pada suhu rendah terhadap viabilitas dan keberhasilan persilangan tomat cherry. Hipotesis pada penelitian ini adalah Terdapat perbedaan nilai viabilitas dan keberhasilan persilangan tomat cherry yang dipengaruhi oleh lama penyimpanan serbuk sari yang berbeda.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Agustus 2015. Alat yang digunakan antara lain freezer, pinset, kaca preparat, kamera, *box* plastik, label, alat tulis, deck glass, jarum ose, pipet, tissue, beaker glass, magnet stirrer, plate magnetic stirrer, cawan petri, appendorf dan mikroskop Olympus DP20. Bahan yang digunakan adalah genotip tomat cherry Ranti dan tiga varietas tomat cherry yang terdiri dari Sweety Cherry, Bush Cherry dan Indigo Rose. Bahan yang digunakan di laboratorium adalah larutan YKI (0,6 g Yodium dan 0,7 g Kalium pada 50 ml aquades), borax 100 ppm, sukrosa 12%, aquades dan CaCl_2 . Pelaksanaan penelitian meliputi: persiapan bibit, penanaman, pemeliharaan, ekstrak serbuk sari, uji viabilitas dan uji fertilitas. Serbuk sari yang diuji adalah serbuk sari yang sudah diberi perlakuan lama penyimpanan pada suhu 4°C selama 0 hari, 3 hari, 6 hari, 9 hari, 12 hari, 15 hari, 18 hari, 21 hari, 24 hari, 27 hari dan 30 hari) dan persilangan. Persilangan dilakukan secara resiprok dimana kedua induk berperan sebagai tetua jantan dalam satu persilangan, dan sebagai tetua betina dalam persilangan yang lain. Serbuk sari yang digunakan dalam persilangan telah mendapat perlakuan lama penyimpanan. Kombinasi persilangan yang dilakukan diantaranya adalah *Bush Cherry* X Ranti, *Sweety Cherry* X Ranti, *Indigo Rose* X Ranti, Ranti X *Bush Cherry*, Ranti X *Sweety Cherry*, Ranti X *Indigo Rose*. Pengamatan yang dilakukan adalah fertilitas serbuk sari, viabilitas serbuk sari, dan persilangan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji t.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 4 genotip yang diuji, fertilitas serbuk sari dapat disimpan sampai 30 hari dengan nilai 37,63%. Viabilitas serbuk sari dapat disimpan sampai 18 hari dengan nilai 0,14%. Serbuk sari yang disimpan sampai 15 hari masih dapat digunakan untuk persilangan di lapang. Pada persilangan genotip Indigo x Ranti dan resiproknya Ranti x Indigo, tidak ada yang berhasil membentuk buah. Hal ini diduga karena adanya inkompatibilitas. Inkompatibilitas yang terjadi merupakan inkompatibilitas gametofitik yaitu inkompatibilitas yang disebabkan oleh genotip dari polen dan stigma, bukan dari genotip tanaman yang menghasilkannya. Inkompatibilitas ini dikendalikan oleh gen S. Pada sistem ini, tabung serbuk sari akan tumbuh lambat pada tangkai putik karena putik dan serbuk sari memiliki alel S yang sama.



SUMMARY

Alya Aulia Nur. 115040201111347. Viability and Fertility of Pollen to Success Hybridization of Cherry Tomato Based on Storage Times, by Dr. Ir. Damanhuri, MS. as main supervisor and Dr. Noer Rahmi Ardiarini, SP., M.Si as second supervisor.

The limiting factor of hybrid cherry tomato seed production is cherry tomato flower has a small size, so it requires high accuracy during the process of emasculation in the female plant in order to anther can be wasted all without injuring the pistil. The simultaneous flowering time between the male plant and the female plant if planted simultaneously also becomes one of the obstacles, because the male plant can not produce maximum pollen at a time when the female plant has reached the receptivity phase. Tomato flower pollination is done in the morning, one day after the emasculation. The constraint found is the availability of pollen, since pollen is extracted one day before pollination, so it can not be known how much pollen will be used for pollination. The availability of pollen used can be excessive and may become less the next day. So research on pollen storage and pollen age is crucial to know whether pollen that has been more than one day can still be used to pollinated flower. This study aims to determine the duration of pollen storage at 4°C on viability, fertility, and the success of cherry tomato crosses. The hypothesis there is a difference value of viability, fertility and success of cherry tomato crosses that are affected by different pollen storage times.

This research was conducted in April-August 2015. The tools used are freezer, tweezers, glass preparations, camera, plastic box, label, stationery, glass deck, ose needle, pipette, tissue, beaker glass, magnetic stirrer, magnetic stirrer plate, petri dish, appendorf and Olympus DP20 microscope. The materials used are genotypes of Ranti, Sweet Cherry, Bush Cherry and Indigo Rose. The materials used in the laboratory are YKI (0.6 g of iodine and 0.7 g of Potassium at 50 ml of aquadest), borax 100 ppm, 12% sucrose, aquades and CaCl₂. The implementation of the study included: seed preparation, planting, pollen extract, viability test and fertility test and hybridization. The pollen tested is pollen that has been treated for storage at 4°C for 0 days, 3 days, 6 days, 9 days, 12 days, 15 days, 18 days, 21 days, 24 days 27 days and 30 days). The crossing is done reciprocally in which the two female plant act as male plant in a crossing, and as the female plant in another crosses. The pollen used in the crosses has been subjected to long storage treatment. The combination of crosses are Bush X Ranti, Sweet Cherry X Ranti, Indigo Rose X Ranti, Ranti X Bush Cherry, Ranti X Sweet Cherry, Ranti X Indigo Rose. The observations made are fertility of pollen, pollen viability, and crossbreeding. The data obtained were analyzed using t test.

The results showed that of the 4 genotypes selected, fertility of pollen can be stored up to 30 days with a value of 37.63%. Viability of pollen can be stored up to 18 days with a value of 0.14%. Pollen stored up to 15 days can still be used for crosses in the field. In the genotype crosses of Indigo x Ranti and Ranti x Indigo reciprocity, no one succeeded in providing the fruit. This is due to the incompatibilities. The incompatibilities that occur are gametophytic

incompatibilities that are the incompatibilities caused by the genotype of the pollen and the stigma, not the genotypes of the plants that produce them. This incompatibility is controlled by the S. gene. In this system, the pollen tube will grow slowly on the pistil because the pistil and the pollen have the same S allele.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT dengan rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul **Viabilitas Dan Fertilitas Serbuk Sari Terhadap Keberhasilan Persilangan Tanaman Tomat Cherry Berdasarkan Waktu Simpan Serbuk Sarinya.**

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada : orang tua dan teman teman yang telah memberikan doa serta semangat untuk penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih yang sebesar-besarnya, kepada Bapak Dr. Ir. Damanhuri, MS. selaku dosen pembimbing utama dan Ibu Dr. Noer Rahmi Ardiarini, SP., M.Si. selaku pembimbing pendamping, serta Bapak Arifin Noor Sugiharto, M.Sc., Ph.D. selaku dosen penguji, atas arahan dan bimbingannya. Terima kasih kepada Ibu Dr. Ir. Nurul Aini, MS selaku Ketua Jurusan Budidaya Pertanian serta seluruh civitas akademika yang turut membantu, dan juga terima kasih kepada sahabat tercinta atas dorongan spiritual dan semangat.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini terdapat kekurangan. Segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap hasil penelitian nantinya dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Agustus 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Tangerang pada tanggal 17 Oktober 1994 sebagai putri tunggal dari Bapak Ir. Nur Tachlis, MM. dan Ibu Sri Hartati S.Tr.Si. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Karawaci Baru 4 Kota Tangerang pada tahun 2000 sampai tahun 2005, kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke SMP Islamic Centre Kota Tangerang pada tahun 2005 sampai tahun 2008. Pada tahun 2008 sampai tahun 2011 penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 10 Kota Tangerang. Pada tahun 2011 penulis terdaftar sebagai mahasiswa S-1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jawa Timur, melalui jalur SNMPTN Undangan.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam organisasi PRISMA (Pusat Riset dan Kajian Ilmiah Mahasiswa). Pada Tahun 2011-2012 penulis menjadi anggota muda PRISMA. Dilanjutkan pada tahun 2012-2013 penulis menjadi staff magang divisi diklat di PRISMA. Penulis menjadi pengurus harian Divisi Kaderisasi PRISMA pada tahun 2013-2014. Pada tahun 2014-2015 penulis menjadi Ketua Departemen Pembinaan Anggota di PRISMA.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR	v
RIWAYAT HIDUP	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
 1. PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Hipotesis Penelitian.....	3
 2. TINJAUAN PUSTAKA	 4
2.1 Karakteristik Bunga Tomat.....	4
2.2 Deskripsi Varietas	5
2.3 Viabilitas Serbuk Sari	7
2.4 Fertilitas Serbuk Sari.....	7
2.5 Pengelolaan dan Penyimpanan Serbuk Sari.....	9
2.6 Persilangan	10
 3. BAHAN DAN METODE.....	 12
3.1 Tempat dan Waktu	12
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.3 Metode Penelitian	12
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	13
3.5 Pengamatan	16
3.6 Analisis Data	17
 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	 20
4.1 Hasil	20
4.1.1 Waktu simpan serbuk sari terhadap viabilitas.....	20
4.1.2 Waktu simpan serbuk sari terhadap fertilitas	25
4.1.3 Waktu simpan serbuk sari terhadap keberhasilan persilangan.....	32
4.2 Pembahasan.....	34
4.2.1 Waktu simpan serbuk sari terhadap viabilitas	34
4.2.2 Waktu simpan serbuk sari terhadap fertilitas.....	35
4.2.3 Waktu simpan serbuk sari terhadap keberhasilan persilangan	37
 5. KESIMPULAN DAN SARAN	 40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
 DAFTAR PUSTAKA	 41
 LAMPIRAN.....	 44

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Persentase Waktu Simpan Serbuk Sari Terhadap Viabilitas.....	24
2.	Persentase Viabilitas Serbuk Sari Terhadap Varietas.....	25
3.	Persentase Waktu Simpan Serbuk Sari Terhadap Fertilitas.....	31
4.	Persentase Fertilitas Serbuk Sari Terhadap Varietas.....	32
5.	Waktu Simpan Serbuk Sari Terhadap Keberhasilan Persilangan.....	33
6.	Persentase Keberhasilan Persilangan Terhadap Varietas.....	33



DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Anatomi Bunga Tomat.....	5
2.	Tomat Sweety Cherry.....	5
3.	Tomat Indigo Rose.....	6
4.	Tomat Bush Cherry.....	6
5.	Grafik Waktu Simpan Serbuk Sari terhadap Viabilitas.....	20
6.	Pengujian Viabilitas Serbuk Sari Varietas Sweety Pada a) Tanpa Penyimpanan, b) Penyimpanan 9 Hari, c) Penyimpanan 15 hari.....	21
7.	Pengujian Viabilitas Serbuk Sari Varietas Bush Pada a) Tanpa Penyimpanan, b) Penyimpanan 9 Hari, c) Penyimpanan 15 hari.....	22
8.	Pengujian Viabilitas Serbuk Sari Varietas Indigo Pada a) Tanpa Penyimpanan, b) Penyimpanan 9 Hari, c) Penyimpanan 15 hari.....	23
9.	Pengujian Viabilitas Serbuk Sari Varietas Ranti Pada a) Tanpa Penyimpanan, b) Penyimpanan 9 Hari, c) Penyimpanan 15 hari.....	24
10.	Grafik Waktu Simpan Serbuk Sari Terhadap Fertilitas.....	26
11.	Pengujian Fertilitas Serbuk Sari Varietas Sweety Pada a) Tanpa Penyimpanan, b) Penyimpanan 9 Hari, c) Penyimpanan 15 hari.....	27
12.	Pengujian Fertilitas Serbuk Sari Varietas Bush Pada a) Tanpa Penyimpanan, b) Penyimpanan 9 Hari, c) Penyimpanan 15 hari.....	28
13.	Pengujian Fertilitas Serbuk Sari Varietas Indigo Pada a) Tanpa Penyimpanan, b) Penyimpanan 9 Hari, c) Penyimpanan 15 hari.....	29
14.	Pengujian Fertilitas Serbuk Sari Varietas Ranti Pada a) Tanpa Penyimpanan, b) Penyimpanan 9 Hari, c) Penyimpanan 15 hari.....	30

DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1.	Langkah-Langkah Penyimpanan Serbuk Sari.....	44
2.	Tahapan Persilangan.....	45
3.	Perhitungan Fertilitas.....	46
4.	Perhitungan Viabilitas.....	58
5.	Perhitungan Keberhasilan Persilangan.....	67



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tomat Cherry atau yang dikenal dengan *Lycopersicum esculentum* Mill, var. Cerasiforme Alef berasal dari Ekuador, bagian utara Chili dan Pulau Galapagos, namun daerah yang pertama kali melakukan domestifikasi dan budidaya adalah Peru, selanjutnya menyebar luas ke benua Eropa dan diperkirakan pada abad 17 tomat cherry telah didomestifikasi di Asia Tenggara. Filipina merupakan negara pertama di Asia Tenggara yang membudidayakan tomat cherry dan menyebar luas hingga ke Indonesia (Syukur *et al.*, 2015).

Salah satu faktor penting dalam produksi tanaman tomat cherry adalah benih. Benih dan faktor produksi lainnya seperti pupuk, air, cahaya, dan iklim dapat menentukan hasil tanaman. Jika sarana produksi lain tersedia cukup, tetapi bila digunakan benih bermutu rendah maka hasilnya akan rendah. Pengembangan benih tomat cherry hibrida yang bermutu tinggi masih terus dikembangkan di Indonesia. Benih hibrida dihasilkan dari persilangan dua galur murni. Benih hibrida unggul dapat diperoleh dari materi genetik yang berasal dari tetua yang mempunyai sifat unggul, dalam hal ini tetua betina sebagai sumber pistil dan tetua jantan sebagai sumber serbuk sari. Persilangan dilakukan agar tetua betina dapat diserbuki oleh tetua jantan dari tetua galur yang berbeda karakteristik sehingga dapat diperoleh benih tomat hibrida yang diinginkan.

Beberapa kendala yang ditemukan pada persilangan tanaman tomat cherry adalah bunga tomat cherry yang memiliki ukuran kecil sehingga memerlukan ketelitian tinggi saat proses emaskulasi pada tetua betina agar anther dapat terbang semua tanpa merusak putik. Waktu berbunga yang serempak antara tetua jantan dan tetua betina jika ditanam bersamaan juga menjadi salah satu kendala karena tetua jantan tidak dapat memproduksi serbuk sari secara maksimal pada saat tetua betina sudah mencapai masa reseptivitas putik, disisi lain bunga tomat hanya mekar pada pukul 07.00 - 09.00 pagi (Malik, 1979). Persilangan bunga tomat dilakukan pada pagi hari, sehari setelah proses emaskulasi. Kendala yang ditemukan adalah ketersediaan jumlah serbuk sari, karena serbuk sari diekstrak satu hari sebelum dilakukan persilangan, jadi tidak dapat diketahui seberapa banyak serbuk sari yang akan digunakan untuk persilangan. Ketersediaan serbuk sari yang digunakan dapat

berlebih dan dapat menjadi kurang di hari selanjutnya, sehingga penelitian mengenai penyimpanan serbuk sari dan umur serbuk sari sangat penting untuk mengetahui apakah serbuk sari yang telah berumur lebih dari satu hari masih dapat digunakan untuk menyerbuki bunga tomat yang telah diemaskulasi sebelumnya. Keberhasilan persilangan dapat ditentukan dari ketersediaan serbuk sari dengan viabilitas dan fertilitas yang tinggi (Kusandriani, 1996).

Serbuk sari merupakan organ reproduksi yang mengalami kemunduran seiring lamanya waktu penyimpanan. Dengan modifikasi suhu dan kelembaban relatif (RH) rendah, atau salah satu di antaranya, viabilitas serbuk sari dapat dipertahankan lebih lama (Widiastuti dan Palupi, 2008). Sriwahyuni (2008) menyatakan bahwa pada umumnya kondisi penyimpanan dilakukan pada suhu rendah, yaitu antara 0-(-20°C) dan pada penyimpanan RH 0-30% serbuk sari memiliki viabilitas yang paling tinggi. Menurut Warid (2009), penyimpanan serbuk sari merupakan salah satu cara untuk menjamin ketersediaan serbuk sari, sehingga sewaktu-waktu diperlukan dapat digunakan.

Chen (2001) menyatakan bahwa viabilitas serbuk sari terong dapat dipertahankan selama 8 - 10 hari pada suhu 20 – 22°C dengan kelembaban relatif 50 – 55%. Fatonah (2003) menyatakan bahwa, serbuk sari murbei yang disimpan selama 1-5 hari pada suhu 0°C dapat menurun viabilitasnya dibawah 1% selama 5 hari. Widiastuti dan Palupi (2008) menjelaskan bahwa, serbuk sari pada tanaman kelapa sawit yang disimpan di suhu -20°C - (-18°C) mengalami penurunan daya berkecambah nyata setelah disimpan 3 bulan, dari sekitar 92% menjadi sekitar 83%. Namun sampai 6 bulan, viabilitasnya masih dapat dipertahankan di atas 70%. Pada penelitian ini, serbuk sari tomat cherry disimpan pada suhu 4°C sampai 30 hari untuk diketahui nilai viabilitas dan fertilitas serta pengaruhnya pada daya jadi buah tomat cherry melalui persilangan.

1.2 .Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lama periode simpan serbuk sari pada suhu 4°C terhadap viabilitas, fertilitas, dan keberhasilan persilangan tomat cherry.

1.3 .Hipotesis

Terdapat pengaruh lama periode simpan serbuk sari terhadap viabilitas, fertilitas, dan keberhasilan persilangan tanaman tomat cherry.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Bunga Tomat

Tanaman tomat terdiri atas akar, batang, daun, bunga dan biji. Tinggi tanaman tomat mencapai 2 meter. Saat masih muda, batangnya berbentuk bulat dan teksturnya lunak, tapi setelah tua batangnya berubah menjadi bersudut dan bertekstur keras berkayu. Ciri khas batang tomat memiliki bulu-bulu halus di seluruh permukaan batang. Akar tanaman tomat berbentuk serabut yang menyebar ke segala arah. Daun tomat berwarna hijau dan berbulu mempunyai panjang sekitar 20-30 cm dan lebar 15-20 cm. Daun tomat tumbuh di dekat cabang. Tangkai daun berbentuk bulat memanjang sekitar 7-10 cm dengan ketebalannya 0,3-0,5 cm. Tomat termasuk tanaman setahun (*annual*) dengan pola tumbuh *determinate* (tanaman tomat dengan titik tumbuh akhir berupa bunga) dan *Indeterminate* (tanaman tomat dengan titik tumbuh akhir berupa daun atau tunas) (Wariato, 2011).

Bunga tomat termasuk bunga lengkap yang ditandai dengan adanya alat kelamin betina (putik), kelamin jantan (benang sari), mahkota dan kelopak. Posisi bunga terdapat pada tandan bunga, setiap tandan bunga minimal memiliki lima bunga. Posisi tandan bunga ada dua, yaitu di ujung tunas pada tanaman tipe pertumbuhan *determinate* dan di antara ruas batang pada tanaman tipe pertumbuhan *indeterminate*. Bunga tomat terdiri dari beberapa bagian yaitu stamen, putik, mahkota, dan kelopak. Stamen memiliki enam kotak sari yang mengelilingi pistil. Kotak sari merupakan tempat serbuk sari, apabila serbuk sari sudah matang maka kotak sari akan pecah dan mengumpul di atas permukaan kotak sari. Serbuk sari tomat memiliki warna putih dan putih keabu-abuan (Syukur *et al.*, 2015).

Organ kelamin betina terdiri atas kepala putik, tangkai putik dan bakal buah (*ovary*). Posisi kepala putik tertutup oleh benang sari, pada kondisi tersebut membuat sumber serbuk sari dari tanaman lain tidak bisa menyerbuki kepala putik. Peluang untuk terjadi penyerbukan silang tidak ada. Tangkai putik berukuran pendek dan akan memanjang seiring mekarnya bunga. Pemanjangan pistil ini akan menyentuh kotak sari sehingga terjadi penyerbukan. Tangkai putik berwarna hijau keputih-putihan.

Mahkota berjumlah lima petal dengan warna kuning cerah. Mahkota digunakan sebagai perhiasan bunga. Warna yang cerah juga menjadi faktor pengundang serangga datang sehingga stamen sudah pecah sebelum matang dan putik sudah menyembul keluar sebelum matang maka keberadaan serangga tersebut yang membuat peluang terjadi penyerbukan silang 1-5%. Kelopak bunga memiliki fungsi awal sebagai pelindung keseluruhan bagian bunga lainnya yaitu putik, benang sari dan mahkota. Kelopak bunga tomat terdiri dari lima petal dan berwarna hijau.



Gambar 1. Anatomi Bunga Tomat (Anonymous, 2015^a).

2.2 Deskripsi Varietas

Berikut ini adalah deskripsi tiga varietas tomat yang digunakan yaitu sweet cherry, indigo rose, bush cherry.

a. Sweety Cherry

Bentuk buah lonjong dengan ukuran buah kecil, bobot per buah 13-15 gram, umur mulai panen 81 HST, jumlah buah 129 buah/tanaman, produktivitas 2 kg/tanaman, warna buah merah menyala, permukaan kulit buah halus, tipe tanaman indeterminate.



Gambar 2. Tomat Sweety Cherry (Anonymous, 2016^a).

b. Indigo Rose

Tomat Indigo Rose berasal dari Cile, banyak dikembangkan sebagai tanaman obat karena mengandung antosianin yang tinggi. Tomat Indigo Rose merupakan tomat jenis baru hasil persilangan tomat merah dan tomat ungu, memiliki warna hitam keunguan namun isinya tetap berwarna merah keunguan. Rasa tomat ini juga jauh berbeda dari tomat sayur yang berwarna merah atau hijau, namun tomat Indigo memiliki rasa cenderung hambar dan tidak manis. Budidaya tomat Indigo Rose memerlukan waktu hingga 90 hari. Satu pohon tomat Indigo Rose menghasilkan buah sebanyak 3-4 kg.



Gambar 3. Tomat Indigo Rose (Anonymous, 2016^b).

c. Bush Cherry

Bush cherry merupakan salah satu jenis tomat cherry yang berbentuk semak. Tipe pertumbuhannya determinate dengan tinggi tanaman ± 65 cm. Bush cherry memiliki buah berwarna merah dengan bentuk bulat dan halus pada permukaan kulitnya, diameter buah 1,5 inchi. Buahnya dapat dipanen pada 64 HST sampai 72 HST.



Gambar 4. Tomat Bush Cherry (Anonymous, 2016^c)

2.3 Viabilitas Serbuk Sari

Viabilitas serbuk sari merupakan kemampuan untuk berkecambah dan membentuk tabung sari (Abdulkaki, 1992). Menurut Malik (1979), peningkatan pengetahuan mengenai viabilitas, penyimpanan dan perkecambahan serbuk sari sangat membantu para pemulia tanaman dalam menyediakan keragaman pada tanaman. Ketersediaan serbuk sari dengan viabilitas yang tinggi merupakan salah satu komponen yang menentukan keberhasilan persilangan tanaman. Tuinstra dan Wedel (2000) menyatakan bahwa serbuk sari dianggap berkecambah saat panjang tabung serbuk sari lebih panjang dari diameter serbuk sari. Kearns dan Inouye (1993) menyatakan bahwa persentase perkecambahan serbuk sari ditentukan dengan membagi jumlah serbuk sari yang berkecambah dalam satu bidang pandang dengan jumlah total serbuk sari dalam satu bidang pandang dan dinyatakan sebagai persentase.

Viabilitas serbuk sari dipengaruhi oleh suhu, kelembaban, perbedaan varietas, vigor tanaman, fisiologi tanaman dan umur bunga (Nyine dan Pillay, 2007). Persentase perkecambahan serbuk sari tomat menurun dalam kondisi lingkungan dengan suhu yang tinggi 37-27°C (Soylu dan Comlecioglu, 2009). Selain itu, kemampuan serbuk sari untuk berkecambah di bawah kondisi suhu yang tinggi menjadi faktor yang sangat penting dalam kemampuannya untuk membentuk buah. Sharafi (2011) menyatakan bahwa persentase perkecambahan serbuk sari tomat menunjukkan kemampuannya dalam membentuk buah.

2.4 Fertilitas Serbuk Sari

Haryudin dan Rostiana (2008) menyatakan fertilitas serbuk sari adalah kemampuan serbuk sari untuk tumbuh normal membentuk benih. Sedangkan sterilitas serbuk sari adalah kegagalan proses pembuahan karena ketidakmampuan serbuk sari membentuk buah. Fertilitas dan sterilitas adalah bagian paling penting untuk menentukan tanaman dapat menghasilkan biji atau buah. Pada bunga yang mempunyai tingkat fertilitas tinggi dapat menghasilkan biji/buah. Sebaliknya bila sterilitasnya tinggi, bunga tersebut tidak dapat menghasilkan biji/buah. Darjanto dan Satifah (1990) menyatakan bahwa butir serbuk sari yang masak mengandung pati dalam jumlah besar. Pada sebagian tumbuhan, pati menghilang dari butir

serbuk sari selama proses pemasakan anther, sedangkan pada tanaman lainnya pati mengalami disintegrasi hanya pada tabung polen. Pengujian polen dapat menggunakan larutan Yodium Kalium Iodida karena larutan YKI bereaksi dengan pati.

Menurut hasil penelitian Haryudin dan Rostiana (2008), tingkat fertilitas bunga pada tanaman kencur sampai saat ini belum diketahui secara pasti. Berdasarkan hasil pengamatan, bahwa bunga kencur termasuk kedalam bunga yang mempunyai tingkat serbuk sari fertilitas yang sangat tinggi berkisar antara 97,20-99,14% dan tingkat serbuk sari sterilitas sangat rendah berkisar antara 0,86-2,80%. Sehingga penyerbukan bunga kencur dapat menghasilkan biji. Rendahnya fertilitas serbuk sari yang dihasilkan pada kebanyakan jenis herbal mengakibatkan persilangan alamiah yang terjadi tidak menghasilkan buah.

Uji asetocarmin 1% digunakan untuk mengetahui serbuk sari buah naga yang masih fertil dengan ciri ciri berbentuk bulat dan berwarna gelap sedangkan serbuk sari yang steril berbentuk pipih dan berwarna transparan. Semakin lama umur simpan serbuk sari, semakin menurun persentase fertilitas serbuk sari. Serbuk sari buah naga dapat disimpan sampai 8 minggu secara *in vitro* pada suhu kamar maupun suhu rendah (10°C dan 5°C) dengan fertilitas sebesar 89,73% (Sukaya et al., 2010).

Pengamatan fertilitas serbuk sari pada tanaman padi dilakukan di bawah mikroskop setelah dilakukan pewarnaan terhadap serbuk sari dengan 1% *Iodine Potassium Iodide* (I₂KI). Contoh untuk serbuk sari diambil paling sedikit dari 10 bunga dari satu individu tanaman pada stadia 6 pertumbuhan tanaman (*heading*) dan difiksasi dengan alkohol 70%. Dua sampai tiga kepala sari (*anther*) diambil dari bunga dan ditempatkan pada kaca obyek kemudian serbuk sari ditekan hingga keluar menggunakan pinset dalam larutan I₂KI. Serbuk sari yang layu dan tidak terwarnai (*unstained withered*, *unstained spherical*) atau terwarnai sebagian (*partiallystained round*) dikelompokkan sebagai serbuk sari steril, sedangkan yang berwarna (*stained round*) merupakan serbuk sari yang fertil (IRRI, 1996 dalam Hairmansis et al., 2005).

2.5 Pengelolaan dan Penyimpanan Serbuk Sari

Kegiatan pengelolaan serbuk sari mencakup pemanenan, penyimpanan dan pengujian viabilitas serbuk sari. Pemanenan serbuk sari sebaiknya dilakukan pada saat viabilitasnya maksimum yaitu saat bunga mulai mekar sempurna. Serbuk sari yang mempunyai kualitas tinggi diperoleh dari anther bunga jantan yang sudah pecah dan siap melakukan penyerbukan. Kegiatan pemanenan serbuk sari adalah pembersihan dan pemilahan serbuk sari agar tidak tercampur dengan spesies atau varietas lain (Warid, 2009).

Pengelolaan serbuk sari bertujuan untuk mempertahankan kemurnian dan viabilitas tetap tinggi dalam menjamin serbuk sari. Teknik penyimpanan serbuk sari yang ada saat ini sedang berkembang. Petani mitra dalam produksi benih hibrida hanya perlu menanam tanaman induk betina. Sedangkan induk jantan disediakan dalam bentuk sediaan serbuk sari. Dengan demikian pencurian dan pemalsuan benih hibrida dapat dicegah (Warid, 2009).

Pengelolaan serbuk sari mencakup saat pemanenan yang tepat, pengolahan untuk menjamin kemurnian serbuk sari dan penyimpanan untuk mempertahankan viabilitas serbuk sari mempunyai peranan penting dalam produksi benih kelapa sawit (Lubis, 1993). Salah satu masalah dalam pengelolaan serbuk sari sawit adalah kontinuitas ketersediaan serbuk sari sawit. Sehingga pada saat bunga betina mekar, serbuk sari telah tersedia dan dapat langsung diserbukkan (Widiastuti dan Palupi, 2008).

Penyimpanan serbuk sari adalah salah satu cara untuk menjaga ketersediaan serbuk sari yang dapat digunakan sewaktu-waktu. Selain itu, penyimpanan serbuk sari jangka panjang memberi kesempatan untuk melestarikan dan memanipulasi sumber genetik (Warid, 2009). Lama simpan serbuk sari dapat ditingkatkan dengan mengendalikan faktor yang mempengaruhi viabilitas serbuk sari. Faktor yang mempengaruhi viabilitas serbuk sari mencakup cahaya, suhu, udara dan kelembaban (Galetta, 1983).

Fariroh (2012) menyatakan bahwa serbuk sari mentimun yang disimpan di *ultra freezer* menunjukkan viabilitas yang tinggi dibandingkan dengan serbuk sari yang disimpan di *freezer* ($-1.75^{\circ}\text{C} \pm 1$) dan *deep freezer* ($-20^{\circ}\text{C} \pm 2$). Serbuk sari yang disimpan di dalam *freezer* dan *deep freezer* tidak mampu menjaga viabilitas

serbuk sari hingga di atas 1%. Sedangkan serbuk sari yang disimpan di *ultra freezer* ($-79^{\circ}\text{C} \pm 2$) bisa mempertahankan viabilitas serbuk sari di atas 1% hingga 12 minggu.

Baskorowati (2006) menyatakan bahwa viabilitas serbuk sari *Melaleuca alternifolia* yang disimpan pada -18°C selama 48 minggu mengalami penurunan seiring dengan lamanya penyimpanan. Serbuk sari *Melaleuca alternifolia* mempunyai viabilitas sebesar 55% setelah disimpan selama tiga hari, pada 34 minggu setelah simpan viabilitasnya menjadi 40%, dan di minggu ke-48 setelah simpan viabilitasnya menjadi 30%. Viabilitas serbuk sari dipengaruhi oleh waktu penyimpanan. Pada kelapa sawit viabilitas serbuk sari menurun setelah disimpan selama tiga bulan dari 92% menjadi 83% (Widiastuti dan Palupi, 2008).

Pengeringan serbuk sari *Dioscorea alata* selama 24 jam dengan *freeze-drying* dan disimpan pada suhu -20°C selama 30 dan 400 hari. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa viabilitas serbuk sari setelah disimpan sebesar 65.6% dan 51.3% dengan metode pewarnaan (Daniel, 2011). Beineke *et al.* (1977) menambahkan bahwa serbuk sari *black walnut* mempunyai kadar air bervariasi dari 10-30% saat dipanen segar. Penyimpanan di *freezer* (-15°C) dan perlakuan desikasi menyebabkan serbuk sari *black walnut* rusak dan viabilitas serbuk sari berfluktuasi sedangkan penyimpanan menggunakan kulkas ($0-4^{\circ}\text{C}$) tanpa desikasi pada serbuk sari *black walnut* dapat digunakan untuk penyimpanan jangka pendek selama satu sampai tiga minggu. Fatonah (2003) menyatakan bahwa serbuk sari murbei yang disimpan selama 1-5 hari pada suhu 0°C dapat menurun viabilitasnya dibawah 1% selama 5 hari.

2.6 Persilangan

Persilangan adalah suatu teknik mengawinkan bunga dengan meletakkan serbuk sari pada putik. Hasil persilangan ini adalah terjadinya proses pembentukan buah dan biji (Darmono, 2003). Menurut Suryowinoto (1974), tujuan persilangan adalah untuk mengumpulkan dua sifat baik dari kedua tanaman tersebut, memperoleh kombinasi warna, bentuk atau jumlah bunga yang diinginkan. Persilangan resiprok merupakan persilangan kebalikan dari persilangan yang semula dilakukan. Bunga pertama diserbuki dengan bunga kedua sedangkan bunga kedua diserbuki dengan yang diambil dari bunga pertama. Menurut Darmono

(2003), persilangan resiprok bertujuan untuk membandingkan daya kompabilitas (persentase kemampuan membentuk buah) dan fertilitas (kemampuan terjadinya fertilisasi).

Keberhasilan persilangan juga dipengaruhi oleh jenis atau genetik tanaman, temperatur dan kelembaban lingkungan tempat tumbuh tetua persilangan. Temperatur yang optimum untuk persilangan tomat adalah 13-24⁰C pada malam hari dan 15,5-32⁰C pada siang hari. Kelembaban yang optimum sekitar 60-80%. Apabila kelembabannya melebihi 80% maka perkecambahan serbuk sari menjadi terganggu, sebaliknya jika kelembabannya <60% maka serbuk sari akan kering dan tidak bisa berkecambah (Syukur *et al.*, 2015).

Penyerbukan adalah peristiwa menempelnya serbuk sari pada kepala putik/stigma, baik dengan perantara angin, air, serangga atau hewan lain. Penyerbukan yang berhasil menyebabkan terjadinya fertilisasi dan kemudian dilanjutkan dengan proses pembentukan buah dan biji (Darmono, 2003). Banyaknya jumlah serbuk sari yang menempel pada permukaan stigma dapat menyebabkan meningkatnya perkecambahan serbuk sari dan pertumbuhan tabung serbuk sari dalam stilus dan berpengaruh terhadap keberhasilan pembentukan buah (Marcucci dan Visser, 1987).

Penyerbukan yang efektif merupakan salah satu syarat untuk keberhasilan pembentukan buah dan biji pada sebagian besar spesies tanaman, dan pengetahuan mengenai biologi serbuk sari yang mencakup viabilitas dan pertumbuhan tabung serbuk sari bermanfaat dalam usaha meningkatkan produktivitas tanaman (Bolat dan Pirlak, 1999). Persentase pembentukan buah dihitung berdasarkan perbandingan banyaknya buah yang terbentuk dari keseluruhan bunga yang diserbuki (Rosati *et al.*, 2010).

Rell, *et al* (2004) melalui Sutini (2008) menyatakan bahwa titik kritis pada pembentukan buah tomat adalah suhu pada malam hari. Kisaran suhu malam hari yang optimal untuk tanaman tomat adalah 15-20⁰C. Suhu malam hari yang rendah < 13⁰C akan menurunkan produksi dan viabilitas polen, sedangkan suhu tinggi > 32⁰C bersamaan dengan kelembaban yang rendah disertai angin dapat menghambat polinasi dan fertilisasi sehingga buah tidak dapat terbentuk. Sebaliknya kelembaban udara yang tinggi akan menyebabkan tanaman tomat banyak diserang penyakit.

3. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dan Lahan di Kelurahan Dadaprejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu dengan ketinggian tempat ± 650 mdpl, suhu rata-rata 26°C. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Agustus 2015.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain freezer, pinset, kaca preparat, kamera, *box* plastik, label, alat tulis, deck glass, jarum ose, pipet, tissue, beaker glass, magnet stirrer, plate magnetic stirrer, cawan petri, appendorf dan mikroskop Olympus DP20.

Bahan yang digunakan adalah varietas Ranti, Sweety Cherry, Bush Cherry dan Indigo Rose. Bahan yang digunakan di laboratorium adalah larutan YKI (0,6g Yodium dan 0,7g Kalium pada 50 ml aquades), media perkecambahan cair (borax 100 ppm, sukrosa 12%, aquades) dan CaCl_2 .

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Pengujian Fertilitas Serbuk Sari

Pengujian fertilitas serbuk sari dilakukan dengan menggunakan metode pewarnaan YKI (Yodium Kalium Iodida). Serbuk sari yang diuji adalah serbuk sari yang sudah diberi perlakuan waktu simpan pada suhu 4°C selama 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27 dan 30 hari. Serbuk sari yang berwarna merah gelap menandakan serbuk sari tersebut fertil sedangkan serbuk sari yang berwarna kuning bening menandakan serbuk sari steril (Ulfah *et al.*, 2016).

3.3.2 Pengujian Viabilitas Serbuk Sari

Pengujian viabilitas serbuk sari dilakukan dengan menggunakan metode media perkecambahan cair. Media perkecambahan cair terdiri dari campuran borax 100 ppm, sukrosa 12% dan aquades. Serbuk sari yang diuji adalah serbuk sari yang sudah diberi perlakuan waktu simpan pada suhu 4°C selama 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27 dan 30 hari. Serbuk sari yang berkecambah dan membentuk tabung serbuk sari menandakan serbuk sari tersebut viabel (Ulfah *et al.*, 2016).

3.3.3 Persilangan

Persilangan dilakukan secara resiprok dimana kedua tetua berperan sebagai jantan dan betina. Serbuk sari yang digunakan dalam persilangan telah mendapat perlakuan waktu simpan. Persilangan dilakukan 3 hari sekali sesuai dengan interval perlakuan penyimpanan serbuk sari yaitu, 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27 dan 30 hari. Kombinasi persilangan yang dilakukan diantaranya adalah *Bush Cherry* X Ranti, *Sweety Cherry* X Ranti, *Indigo Rose* X Ranti, Ranti X *Bush Cherry*, Ranti X *Sweety Cherry*, Ranti X *Indigo Rose*.

Tomat cherry *ranti* ditanam sebanyak 60 tanaman, sedangkan *sweety*, *indigo* dan *bush* masing-masing sebanyak 30 tanaman, sehingga dibutuhkan 150 tanaman yang akan diberi perlakuan penyimpanan serbuk sari dan persilangan. Pada satu kali persilangan dibutuhkan 10 bunga per kombinasi persilangan, terdapat 6 kombinasi persilangan, sehingga total bunga yang disilangkan dalam satu perlakuan penyimpanan adalah 60 bunga dari seluruh varietas, untuk memudahkan kegiatan persilangan, seluruh tanaman diberi nomor per masing-masing varietas.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan percobaan terbagi atas kegiatan di lapang dan di laboratorium, dengan tahap-tahap kegiatan yaitu:

3.4.1 Kegiatan di lapang

Kegiatan meliputi penanaman tomat tetua jantan yang digunakan serbuk sarinya untuk pengujian viabilitas dan tetua betina yang digunakan untuk kegiatan persilangan.

1. Persiapan bibit

Persiapan bibit diawali dengan merendam benih tomat selama 24 jam pada air. Persiapan media perkecambahan dilakukan dengan mengisi tray menggunakan media tanam berisi tanah yang sedikit berpasir, pupuk kompos halus, dan pupuk kandang halus yang telah diayak. Perbandingan komposisi media tanam adalah 1:1:1. Bibit tomat siap dipindahkan ke polybag setelah mempunyai 4 daun (2 daun semu dan 2 daun dewasa) pada umur \pm 17 HSS.

2. Penanaman

Bibit tomat yang ditanam mempunyai umur 17 HSS. Penanaman dilakukan pada sore hari mulai dari pukul 15.00 - 18.00. Penanaman dilakukan dengan menggunakan media tanah yang sedikit berpasir, pupuk kompos dan pupuk kandang (1:1:1) dalam polybag 10 kg.

3. Pemeliharaan

Pemeliharaan terdiri dari penyulaman, pemasangan ajir, penyiangan dan pengendalian OPT. Penyulaman dilaksanakan minimal 2 HST, maksimal 8 HST untuk menjaga keseragaman tanaman. Ajir dipasang disamping tanaman. Pewiilan daun dilakukan pada daun bawah atau daun yang sudah tua, agar fotosintat dapat terfokus pada daun-daun muda yang masih produktif. Pewiilan tunas dilakukan pada tunas yang tumbuh di tengah-tengah cabang "Y". Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara mekanis dengan membuang hama yang ditemukan dan tanaman yang sakit.

4. Pengambilan bunga untuk pengujian viabilitas serbuk sari

Bunga yang siap dipetik memiliki ciri-ciri antara lain bunga sudah mekar sempurna, berwarna kuning cerah (tidak pudar), dan seluruh mahkota bunga sudah mekar (terbalik semua). Bunga tomat yang telah dipetik selanjutnya dibuang kelopak dan mahkotanya, sehingga hanya tersisa kotak sarinya saja.

5. Emaskulasi

Kegiatan emaskulasi pada bunga tomat dilakukan menggunakan pinset. Bunga yang siap di emaskulasi memiliki ciri-ciri bunga belum mekar dan masih berwarna hijau segar, kelopak bunga masih rapat menguncup, kelopak bunga sudah menggembung, mahkota bunga sudah berwarna hijau keputihandan dibagian ujung bunga terdapat warna putih seperti titik.

6. Persilangan

Persilangan dilakukan 1 hari setelah bunga diemaskulasi, dengan ciri-ciri bunga sebagai berikut, bunga sudah mekar penuh dan segar dengan mahkota bunga berwarna kuning, putik berwarna hijau kekuningan dan pada kepala putik terdapat sedikit air atau lendir, tidak terdapat satu pun kotak sari yang tersisa. Persilangan bisa dilakukan pada saat tanaman berumur 25 HST - 60 HST. Cara

persilangan bunga tomat adalah dengan cara menyentuhkan kepala putik yang sudah diemaskulasi. Setelah proses persilangan selesai beri label atau tanda pada bunga tersebut.

3.4.2 Kegiatan di laboratorium

Kegiatan di laboratorium dilakukan sesudah pengambilan serbuk sari dari lapang. Tahap kegiatan di laboratorium antara lain:

1. Ekstrak Serbuk Sari dan Pengeringan

Kegiatan ekstrak serbuk sari adalah mengeluarkan serbuk sari yang ada pada bunga tomat untuk diserbukkan atau dipolinasikan ke putik bunga tomat yang sudah di emaskulasi. Kegiatan ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan polen pada tanaman tomat betina agar menghasilkan buah tomat dengan sifat yang diinginkan. Langkah kerja ekstrak polen antara lain:

- Memetik bunga yang tepat fase pada tanaman tetua jantan
- Memisahkan kotak sari dan mahkotanya
- Menyiapkan wadah kedap udara yang berisi CaCl_2
- Memasukan kotak sari ke dalam wadah kedap udara yang berisi CaCl_2 , tutup rapat, diamkan 12 jam
- Menyiapkan tempat cotton bud sebagai alat pengocok bunga dan kain halus sebagai serat.
- Memasukan kotak sari yang sudah dikeringkan ke dalam tempat cotton bud
- Mengocok tempat cotton bud berkali-kali sampai polen keluar dari serbuk sari yang ditandai dengan munculnya serbuk berwarna putih kekuningan cerah.
- Mengumpulkan serbuk sari dengan menggunakan kuas
- Memasukan serbuk sari ke dalam botol apendorf.

2. Penyimpanan serbuk sari

Serbuk sari yang sudah mendapatkan perlakuan pengeringan disimpan dalam botol apendorf, selanjutnya diletakkan di box yang telah berisi silica gel kemudian disimpan di lemari pendingin dengan suhu 4°C .

3. Pengujian Fertilitas serbuk sari

Fertilitas serbuk sari diuji menggunakan larutan YKI (Yodium Kalium Iodida). Larutan YKI dibuat dengan melarutkan 0,6 g Yodium dan 0,7 g Kalium

pada 50 ml aquades. Pembuatan preparat untuk mengetahui fertilitas serbuk sari dilakukan dengan mengambil serbuk sari kemudian diletakan diatas kaca obyek, selanjutnya ditetesi dengan 1-2 tetes larutan YKI kemudian ditutup dengan kaca penutup dan disquash. Serbuk sari dibiarkan selama 15 menit, kemudian diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x. Serbuk yang berwarna merah gelap menandakan polen tersebut fertil sedangkan polen yang berwarna kuning menandakan polen steril.

4. Pengujian viabilitas serbuk sari

Pembuatan media perkecambahan cair dilakukan dengan mencampurkan sukrosa 7,2 gram, asam borak 0,006 gram dan aquades 60 ml. Bahan-bahan tersebut diaduk hingga homogen, kemudian diukur pH-nya sampai diperoleh pH=6. Media dituangkan ke dalam labu ukur dan dimasukkan ke dalam refrigerator. Pengamatan dilakukan dengan meletakkan serbuk sari yang telah diekstrak ke dalam appendorf dan masing-masing appendorf diberi media perkecambahan cair sebanyak 0,5 ml. Serbuk sari dibiarkan selama 3 hari, kemudian diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 200x. Serbuk sari yang berkecambah (membentuk tabung serbuk sari) menandakan viabel.

3.5 Pengamatan

Parameter pengamatan yaitu, viabilitas serta fertilitas serbuk sari dan keberhasilan persilangan. Teknik pengamatan adalah sebagai berikut:

1. Fertilitas serbuk sari

Persentase serbuk sari yang fertil dapat diamati menggunakan mikroskop dengan membandingkan jumlah serbuk sari fertil dengan jumlah total serbuk sari yang ada pada preparat kemudian dikalikan 100%. Serbuk sari yang berwarna merah gelap menandakan serbuk sari tersebut fertil karena larutan YKI akan bereaksi dengan pati yang terdapat pada serbuk sari tersebut, sedangkan serbuk sari yang berwarna kuning bening menandakan serbuk sari steril (Ulfah *et al.*, 2016). Menurut Warid (2009), fertilitas serbuk sari dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\% \text{ Fertilitas} = \frac{\sum \text{serbuk sari yang fertil}}{\sum \text{serbuk sari yang ada di preparat}} \times 100\%$$

2. Viabilitas serbuk sari

Viabilitas serbuk sari diamati dengan cara melihat ada atau tidaknya serbuk sari yang berkecambah setelah proses perkecambahan menggunakan media perkecambahan cair. Pengamatan dilakukan dibawah mikroskop dengan perbesaran 200 kali. Serbuk sari yang berkecambah dan membentuk tabung serbuk sari menandakan serbuk sari tersebut viabel (Ulfah *et al.*, 2016). Menurut Warid (2009), rumus perhitungan persentase viabilitas adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ Viabilitas} = \frac{\sum \text{serbuk sari yang berkecambah}}{\sum \text{serbuk sari yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

3. Keberhasilan persilangan

Persentase keberhasilan persilangan, dapat dihitung 8 hari setelah penyerbukan melalui bunga yang tidak mati dan berhasil masuk pada fasennya berikutnya yaitu proses pembuahan (Sutini, 2008). Rumus perhitungan persentase keberhasilan persilangan menurut Darjanto dan Satifah (1990) adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ Keberhasilan} = \frac{\sum \text{buah jadi}}{\sum \text{bunga yang disilangkan}} \times 100\%$$

3.6 Analisa Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji T. Uji T digunakan untuk membandingkan dua macam perlakuan (serbuk sari yang disimpan dan yang tidak disimpan), untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan tersebut dapat menggunakan perbandingan T hitung yang diperoleh dengan nilai T tabel. Purwanto (2014) menjelaskan rumus dari uji F dan uji T tersebut yakni sebagai berikut:

1. Uji Homogenitas dengan Menggunakan Uji F

a. Ragam Contoh (Sample Variance) (s^2)

Rumus:

$$s^2 = \frac{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}{n-1}$$

Keterangan :

- $(y)^2$: masing-masing perlakuan dijumlahkan kemudian dikuadratkan
- y^2 : masing masing perlakuan dikuadratkan kemudian dijumlahkan

- n : banyaknya data

b. uji F

Rumus :

$$F_{hitung} = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{s_B^2}{s_A^2}$$

Keterangan :

- $s_1^2 = s_B^2$ = perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- $s_2^2 = s_A^2$ = perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- s_1 dan s_2 diatur sedemikian rupa sehingga $F > 1$
- df (derajat bebas) untuk pembilang (n_1-1) untuk ragam terbesar dan penyebut (n_2-1) untuk ragam terkecil.

Kriteria pengujian;

- Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ artinya ragam contoh kedua perlakuan homogen maka, menggunakan rumus t sample two test assuming equal variances.
- Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ artinya ragam contoh kedua perlakuan tidak homogen (heterogen) maka, menggunakan rumus t sample two test unequal variances.

2. Uji dengan dua contoh varian

a. Ragam contoh gabungan

Rumus :

$$s^2 = \frac{\{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2\}}{n_1 + n_2 - 2}$$

Keterangan:

- s_1^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- s_2^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- n_1 : banyaknya data dari perlakuan pertama
- n_2 : banyaknya data dari perlakuan kedua

3. Uji T

a. Pada Dua Contoh Varians yang Sama (Homogen)

Rumus.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad \text{atau} \quad t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Keterangan:

- x_1 : rata-rata perlakuan pertama
- x_2 : rata-rata perlakuan kedua

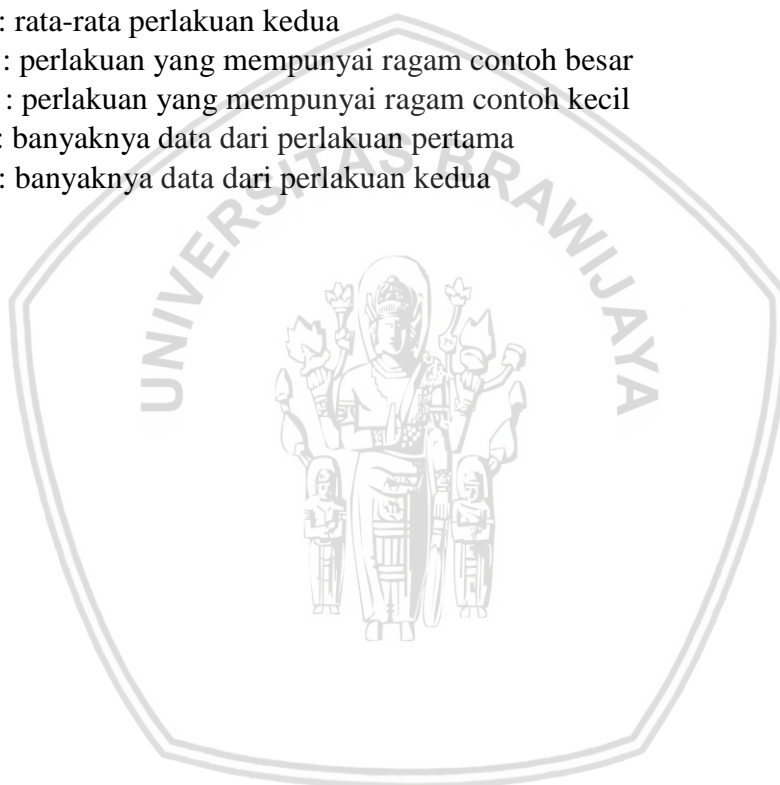
- s_1^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- s_2^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- n_1 : banyaknya data dari perlakuan pertama
- n_2 : banyaknya data dari perlakuan kedua

b. Uji T pada Dua Contoh Varians yang Sama (Heterogen)

Rumus:
$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)}} \text{ dengan derajat bebas (df) } = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\left(\frac{s_1^4}{n_1^2(n_1-1)} + \frac{s_2^4}{n_2^2(n_2-1)}\right)}$$

Keterangan:

- x_1 : rata-rata perlakuan pertama
- x_2 : rata-rata perlakuan kedua
- s_1^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- s_2^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- n_1 : banyaknya data dari perlakuan pertama
- n_2 : banyaknya data dari perlakuan kedua

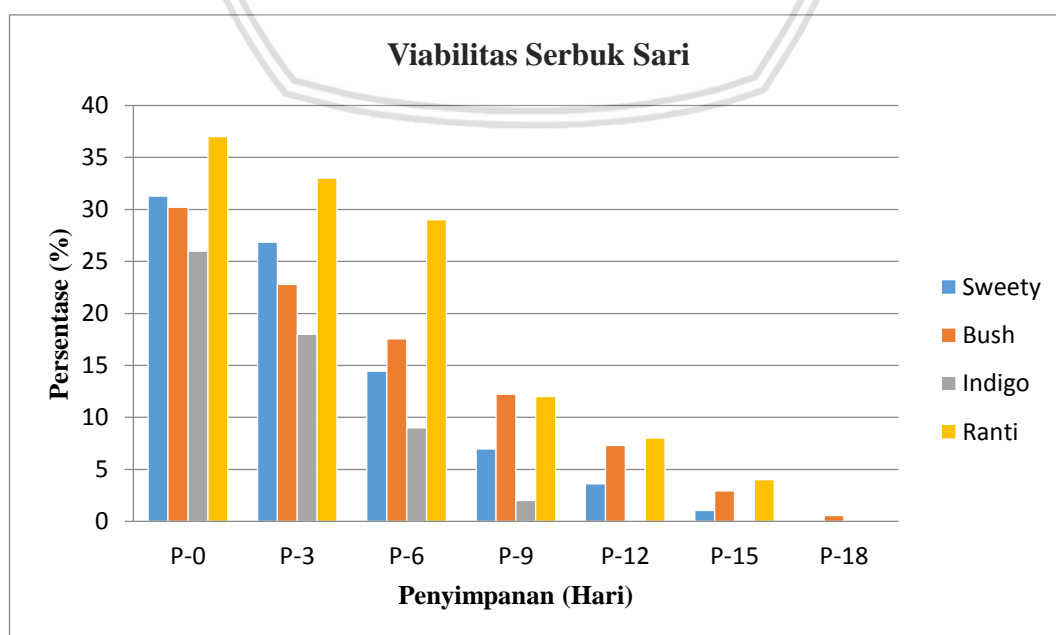


4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

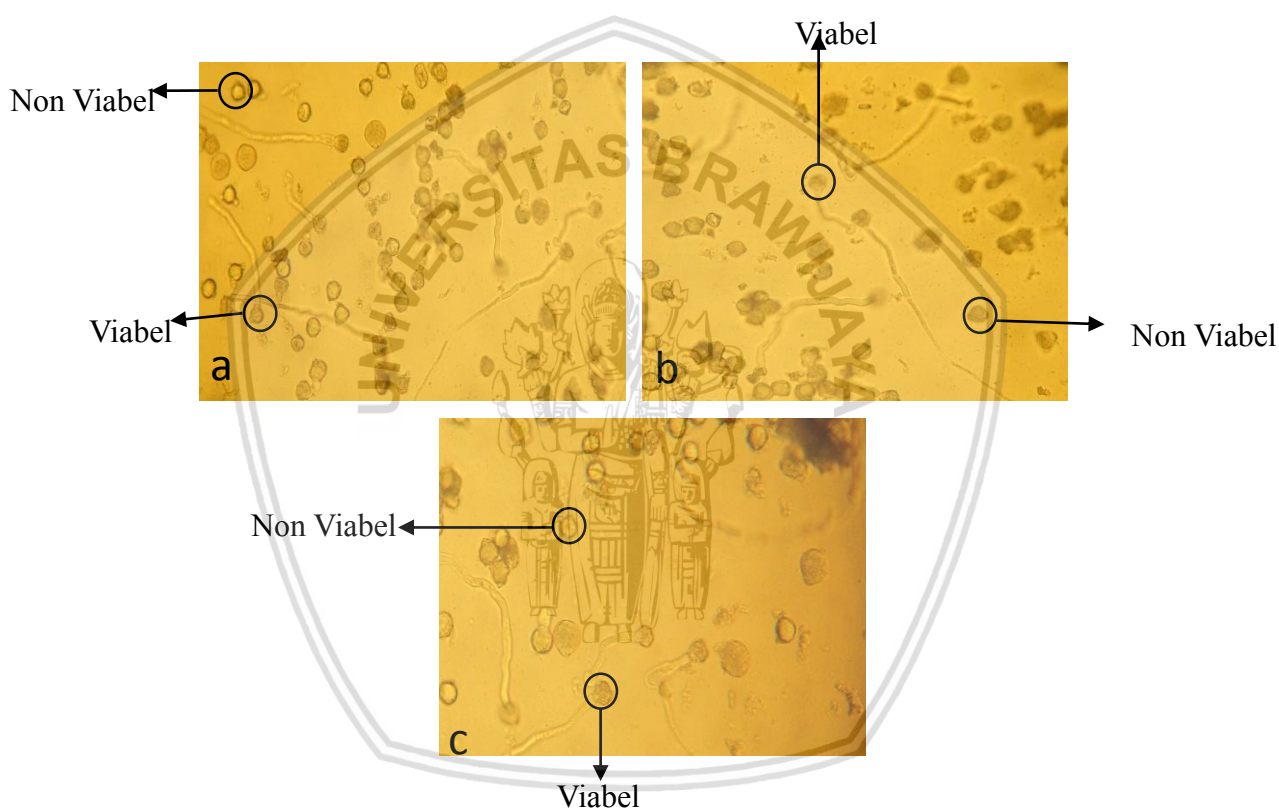
4.1.1 Waktu Simpan Serbuk Sari terhadap Viabilitas

Berdasarkan hasil uji viabilitas serbuk sari dapat dilihat bahwa viabilitas serbuk sari mengalami penurunan selama disimpan selama 18 hari (gambar 5). Dari keempat varietas yang digunakan, varietas Ranti memiliki viabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan varietas lainnya dengan nilai 36,54% diperlakukan tanpa penyimpanan dan 4,12% pada perlakuan penyimpanan 15 hari. Varietas Bush memiliki viabilitas yang lebih lama waktu simpannya jika dibandingkan dengan varietas lainnya, hal ini dapat dilihat pada gambar 5 yang menjelaskan bahwa pada penyimpanan hari ke-18 varietas bush masih memiliki viabilitas sebesar 0,56%. Varietas Sweety, viabilitasnya menurun dari hari ke hari sampai pada hari ke-15 dengan nilai 31,30% pada perlakuan tanpa penyimpanan dan 1,06% pada penyimpanan 15 hari. Varietas Indigo sudah tidak memiliki nilai viabilitas pada penyimpanan 12 hari, varietas Indigo juga merupakan varietas dengan nilai viabilitas yang lebih rendah jika dibandingkan dengan varietas lainnya dengan nilai 23,71% pada perlakuan tanpa penyimpanan dan 0,11% pada perlakuan penyimpanan 12 hari.



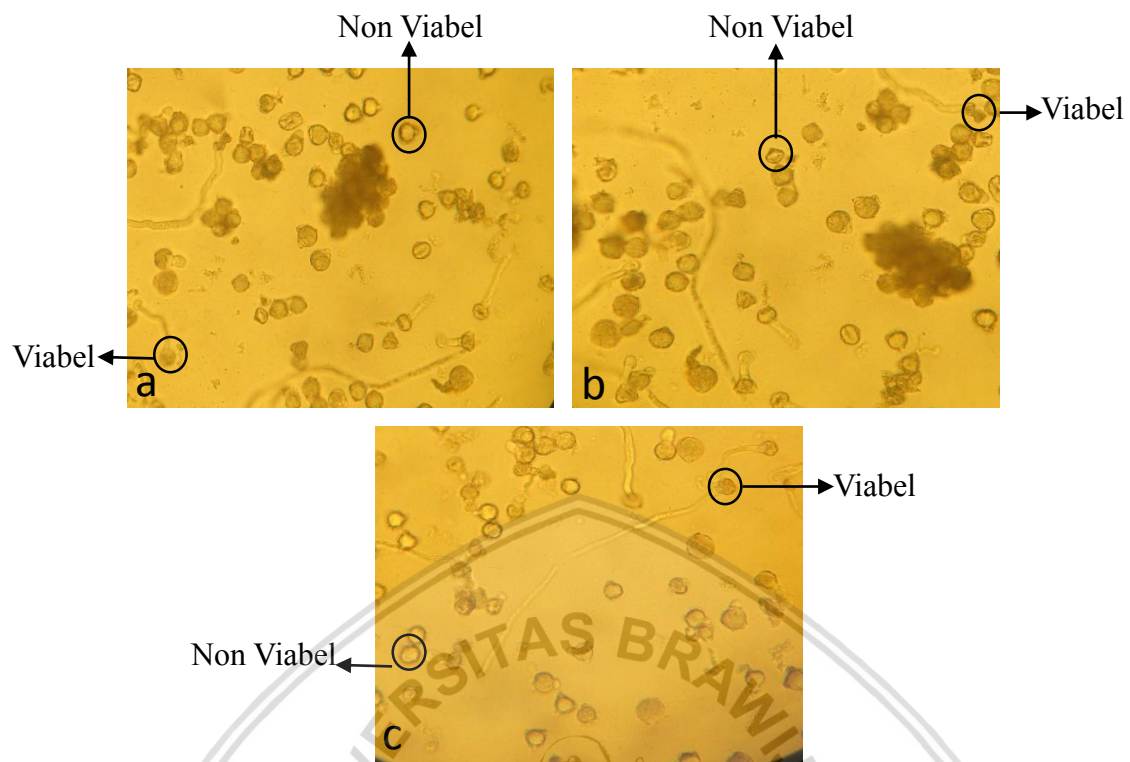
Gambar 5. Grafik Waktu Simpan Serbuk Sari terhadap Viabilitas

Serbuk sari yang disimpan pada waktu yang lama mengalami penurunan viabilitasnya. Pada gambar 6 serbuk sari yang berkecambah semakin sedikit jumlahnya, dapat dilihat pada hari ke-9 pengujian (gambar 6b) dibandingkan dengan serbuk sari yang diuji tanpa penyimpanan (gambar 6a). Hal ini didukung dengan data yang diperoleh (disajikan pada tabel 1), bahwa penurunan nilai viabilitas secara nyata terjadi pada perlakuan penyimpanan hari ke-9. Serbuk sari yang berkecambah terus mengalami penurunan sampai pada hari ke-18.



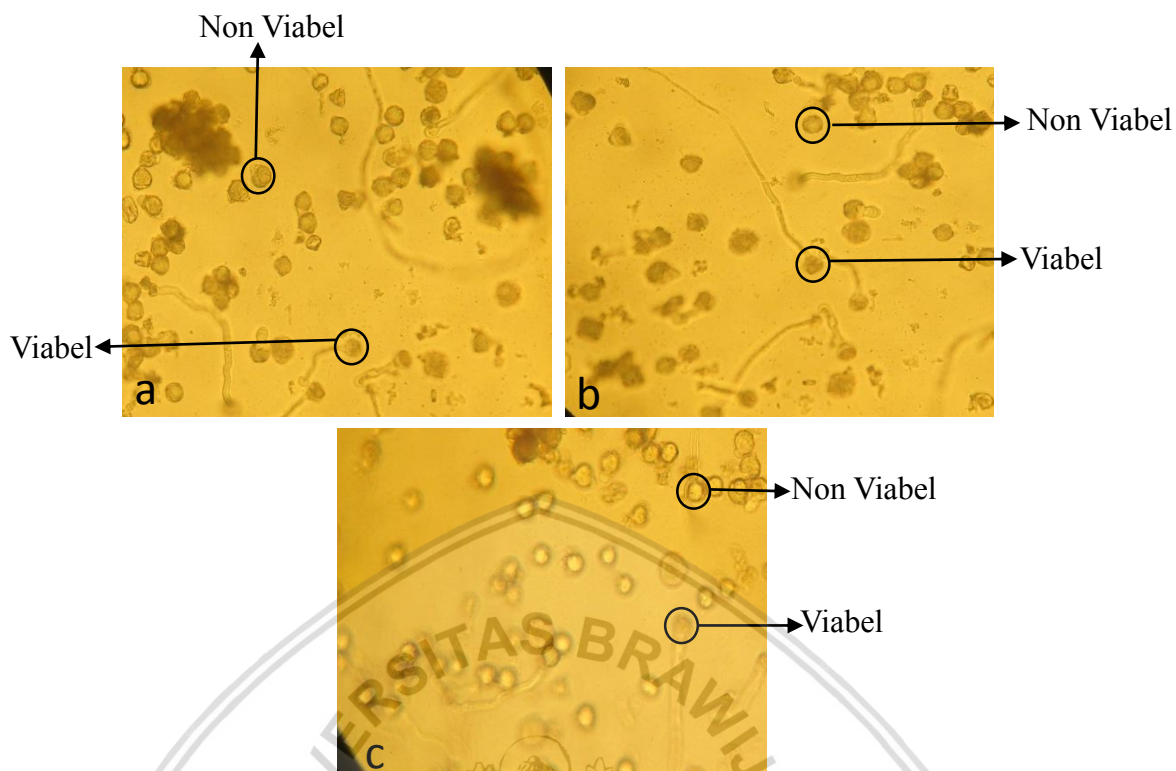
Gambar 6. Pengujian Viabilitas Serbuk Sari Varietas Sweety Pada a) Tanpa Penyimpanan, b) Penyimpanan 9 Hari, c) Penyimpanan 15 Hari.

Dari hasil pengamatan yang diperoleh, varietas Bush memiliki viabilitas yang lebih lama jika dibandingkan dengan varietas lainnya. Hal ini dapat dilihat dari gambar 7, pada hari ke-9 dan ke-15 serbuk sari yang membentuk tabung dan berkecambah masih jelas terlihat meskipun mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan grafik pada gambar 5 yang menunjukkan varietas Bush masih memiliki viabilitas sampai hari ke-18 penyimpanan.



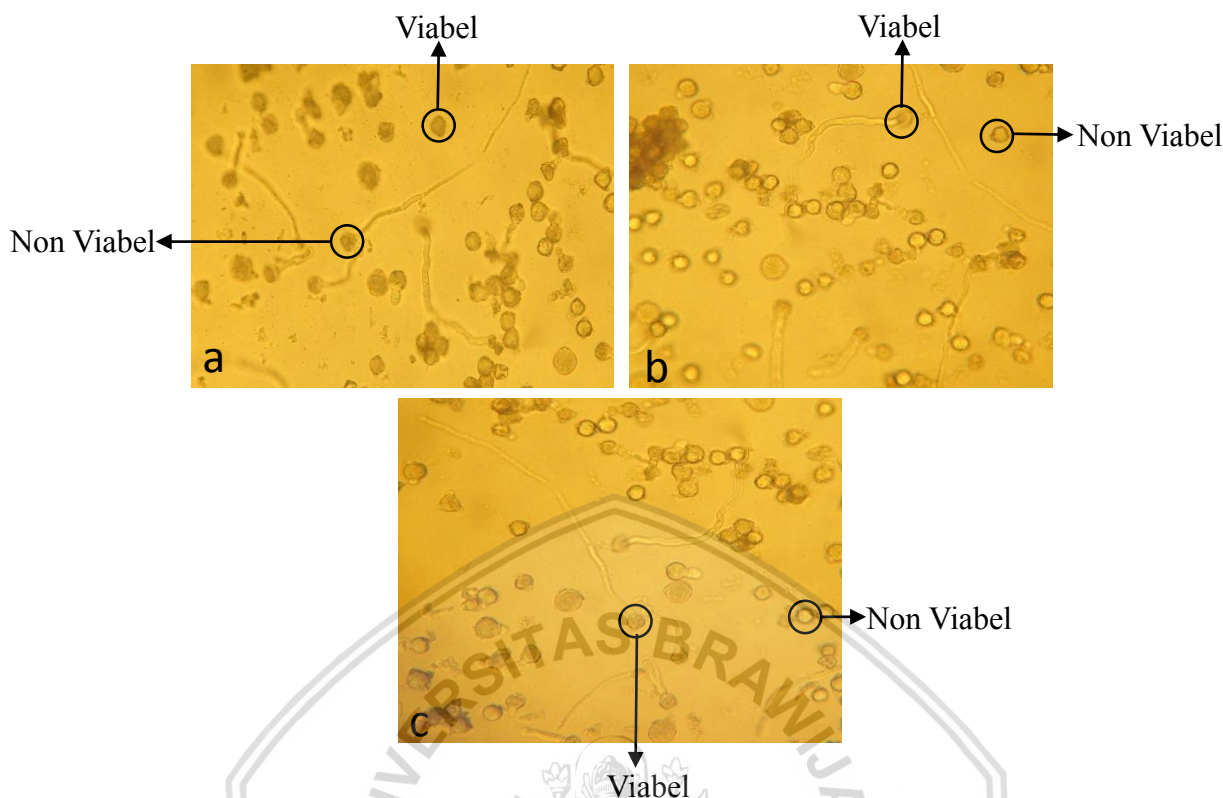
Gambar 7. Pengujian Viabilitas Serbuk Sari Varietas Bush Pada a) Tanpa Penyimpanan, b) Penyimpanan 9 Hari, c) Penyimpanan 15 Hari.

Dari gambar 8, dapat dilihat jika serbuk sari varietas Indigo tidak banyak yang membentuk tabung sari dan berkecambah jika dibandingkan dengan varietas yang lain. Nilai viabilitas serbuk sari varietas indigo dijelaskan pada tabel 2. Hal ini sesuai dengan grafik yang ada pada gambar 5, yang menunjukkan bahwa varietas indigo lebih rendah dan sudah tidak memiliki viabilitas di hari ke-15 penyimpanan.



Gambar 8. Pengujian Viabilitas Serbuk Sari Varietas Indigo Pada a) Tanpa Penyimpanan, b) Penyimpanan 6 Hari, c) Penyimpanan 12 Hari

Serbuk sari varietas Ranti merupakan serbuk sari yang lebih tinggi viabilitasnya jika dibandingkan dengan varietas lainnya. Dari gambar 9 dapat dilihat bahwa, banyak serbuk sari yang membentuk tabung dan berkecambah pada setiap pengamatannya. Serbuk sari mengalami penurunan viabilitas yang nyata di hari ke-9 penyimpanan, terlihat perbedaan pada gambar 9a dan gambar 9b yang menunjukkan serbuk sari lebih banyak berkecambah pada gambar 9a (tanpa penyimpanan). Hal ini sesuai dengan tabel 1 yang menjelaskan bahwa perbedaan viabilitas nyata terjadi pada penyimpanan serbuk sari tanpa penyimpanan dengan penyimpanan 9 hari.



Gambar 9. Pengujian Viabilitas Serbuk Sari Varietas Ranti Pada a) Tanpa Penyimpanan, b) Penyimpanan 9 Hari, c) Penyimpanan 15 Hari.

Uji beda untuk mengetahui perbedaan rerata dua perlakuan menggunakan uji t. Sebelum uji t, dilakukan uji F terlebih dahulu (perhitungan pada Lampiran 6). Berikut ini hasil uji t dari data waktu simpan terhadap viabilitas serbuk sari (Tabel 1) dan viabilitas serbuk sari terhadap varietas (Tabel 2), untuk hasil tabel waktu simpan serbuk sari terhadap viabilitas disajikan secara lengkap pada lampiran 6).

Tabel 1. Persentase Waktu Simpan Serbuk Sari Terhadap Viabilitas

Penyimpanan	Viabilitas serbuk sari (%)		
	Px ₁	Px ₂	Uji t
P0 vs P3	31,13	25,16	tn
P0 vs P6	31,13	17,5	tn
P0 vs P9	31,13	8,3	*
P0 vs P12	31,13	4,72	*
P0 vs P15	31,13	2,00	*
P0 vs P18	31,13	0,14	*

Keterangan: tn = tidak berbeda nyata pada taraf 5%; *= Berbeda nyata pada taraf 5%; vs= jika dibandingkan dengan; P0 = Tanpa penyimpanan; P3 = Penyimpanan selama 3 hari; P6 = Penyimpanan selama 6 hari; P9 = Penyimpanan selama 9 hari; P12 = Penyimpanan selama 12 hari; P15 = Penyimpanan selama 15 hari; P18 = Penyimpanan selama 18 hari.

Hasil uji t menunjukkan bahwa waktu simpan serbuk sari terhadap viabilitas tidak berbeda nyata pada beberapa perlakuan (tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa viabilitas serbuk sari yang disimpan memiliki rata-rata nilai yang sama. Hasil berbeda nyata antar perlakuan ditunjukkan pada viabilitas tanpa penyimpanan (P0) dengan penyimpanan 9 hari (P9), viabilitas tanpa penyimpanan (P0) dengan penyimpanan 12 hari (P12), viabilitas tanpa penyimpanan dengan penyimpanan 15 hari (P15), dan viabilitas tanpa penyimpanan (P0) dengan penyimpanan 18 hari (P18). Hal tersebut mempunyai arti bahwa semakin lama serbuk sari disimpan maka, semakin menurun viabilitasnya dibandingkan dengan serbuk sari yang tidak disimpan. Pada penelitian ini, viabilitas serbuk sari dapat dipertahankan selama 18 hari pada suhu 4°C.

Tabel 2. Persentase Viabilitas Serbuk Sari Terhadap Varietas

Varietas	Viabilitas serbuk sari (%)		Uji t
	P _{x1} (%)	P _{x2} (%)	
Sweety vs Ranti	12,03	17,57	tn
Bush vs Ranti	13,37	17,57	tn
Indigo vs Ranti	7,86	17,57	tn

Keterangan: tn = tidak berbeda nyata pada taraf 5%; vs= jika dibandingkan dengan.

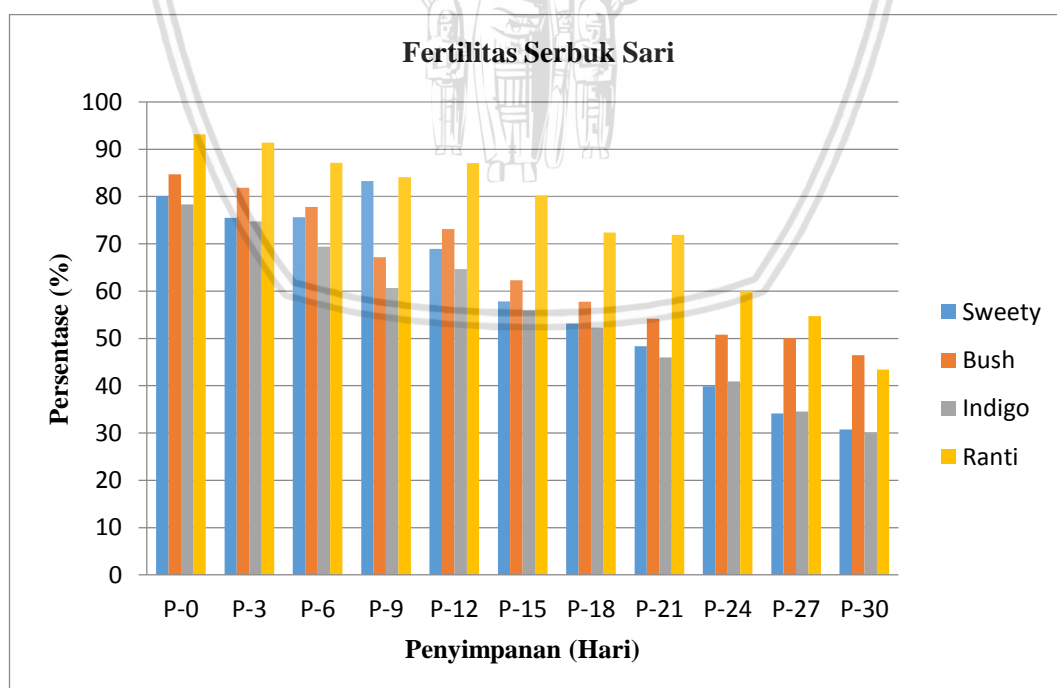
Hasil uji t pada persentase viabilitas serbuk sari terhadap varietas (disajikan dalam tabel 2) menunjukan hasil yang tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa setiap varietas memiliki rata-rata nilai viabilitas yang sama.

4.1.2 Waktu Simpan Serbuk Sari terhadap Fertilitas

Berdasarkan hasil penelitian fertilitas serbuk sari dapat bertahan sampai 30 hari penyimpanan. Pada gambar 10 menunjukkan penurunan fertilitas serbuk sari jika semakin lama disimpan. Varietas Ranti memiliki fertilitas yang tinggi jika dibandingkan dengan varietas lainnya selama 30 hari penyimpanan dengan nilai 93,70% pada perlakuan tanpa penyimpanan dan 43,43% pada perlakuan 30 hari penyimpanan. Pada Varietas Bush mempunyai fertilitas sebesar 84,70% pada perlakuan tanpa penyimpanan dan 46,43% pada perlakuan penyimpanan selama 30 hari. Varietas Sweety memiliki fertilitas 80,07% pada perlakuan tanpa penyimpanan dan 30,73% pada perlakuan penyimpanan selama 30 hari. Varietas Indigo memiliki fertilitas yang rendah jika dibandingkan dengan varietas lainnya

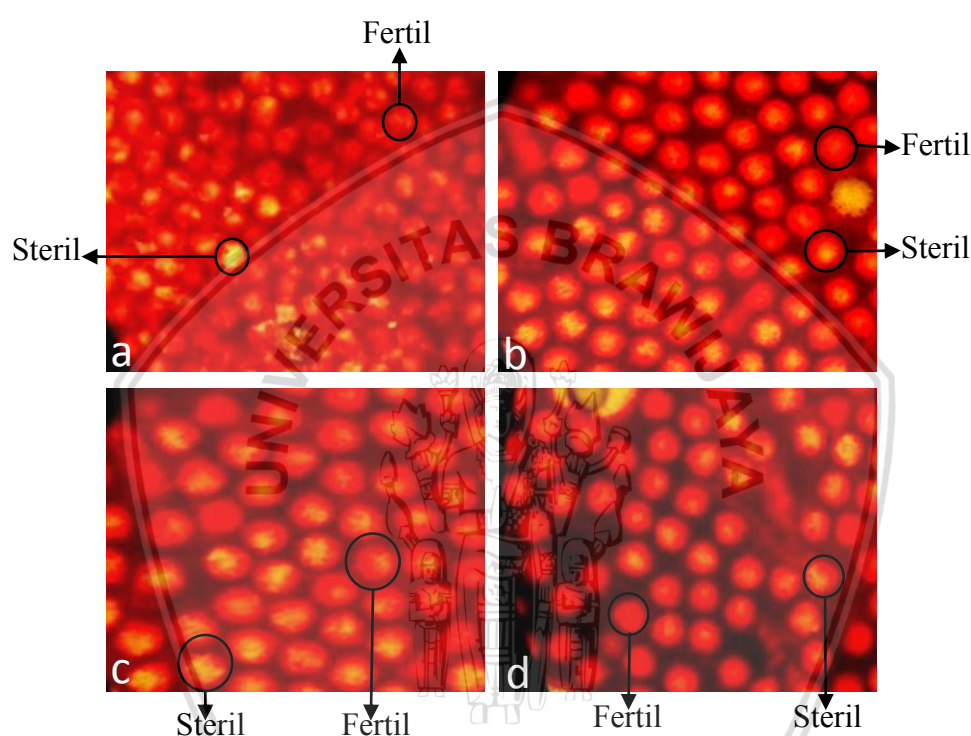
selama 30 hari penyimpanan dengan nilai 78,33% pada perlakuan tanpa penyimpanan dan 29,93% pada perlakuan 30 hari penyimpanan.

Pada grafik di gambar 10 dapat dilihat bahwa fertilitas varietas Sweety meningkat dari perlakuan penyimpanan hari ke-9 ke perlakuan penyimpanan hari ke-12. Pada varietas Bush, Indigo, dan Ranti fertilitas meningkat pada perlakuan penyimpanan hari ke-12 ke perlakuan penyimpanan hari ke-15. Peningkatan nilai fertilitas pada varietas Sweety di hari penyimpanan serbuk sari ke-9 dan varietas Bush, Indigo, serta Ranti pada penyimpanan serbuk sari di hari penyimpanan ke-12 disebabkan karena menggunakan sampel serbuk sari yang berbeda pada saat pengujian nilai fertilitas. Sampel serbuk sari varietas Sweety telah habis digunakan untuk pengujian fertilitas dari perlakuan tanpa penyimpanan serbuk sari (P0) sampai penyimpanan serbuk sari hari ke-6 jadi, untuk pengujian penyimpanan serbuk sari hari ke-9 sampai hari ke-30 menggunakan sampel yang baru. Hal yang sama terjadi pada varietas Bush, Indigo, dan Ranti sampel telah habis digunakan pada perlakuan tanpa penyimpanan serbuk sari (P0) sampai penyimpanan serbuk sari hari ke-9, oleh karena itu pengujian penyimpanan serbuk sari hari ke-12 sampai hari ke-30 menggunakan sampel yang baru.



Gambar 10. Grafik Waktu Simpan Serbuk Sari terhadap Fertilitas

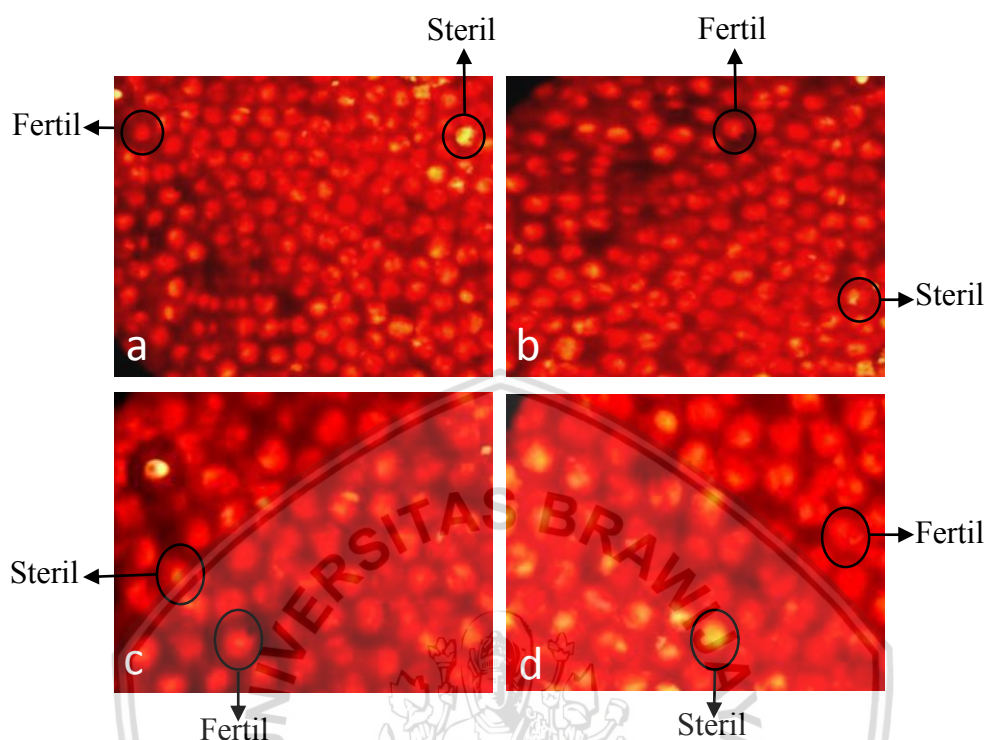
Fertilitas serbuk sari yang disimpan semakin lama semakin menurun nilainya. Pada gambar 11 dapat dilihat bahwa pada varietas Sweety serbuk sari yang disimpan semakin lama, semakin sedikit yang berwarna merah (fertil) sebaliknya terlihat semakin banyak yang berwarna terang atau kuning (steril). Dijelaskan juga pada tabel 3, bahwa serbuk sari perlakuan penyimpanan mulai dari 24 hari (gambar 11c) berbeda nyata dengan serbuk sari pada perlakuan tanpa disimpan (gambar 11a).



Gambar 11. Pengujian Fertilitas Serbuk Sari Varietas Sweety Pada a) Tanpa Penyimpanan, b) Penyimpanan 6 Hari, c) Penyimpanan 24 Hari d) Penyimpanan 30 Hari.

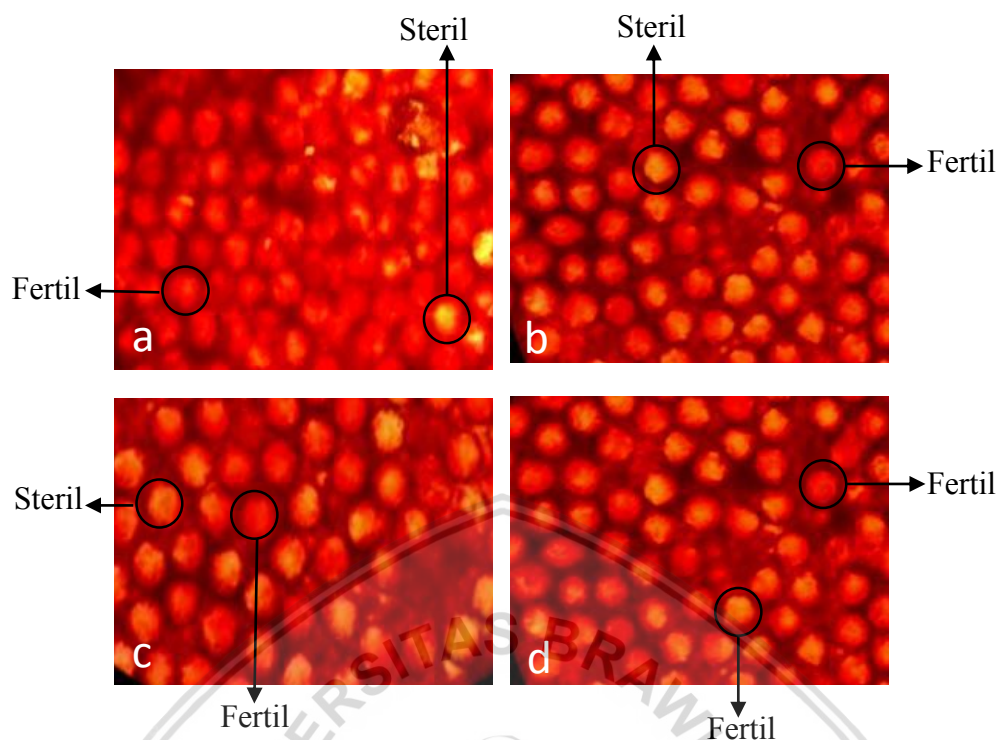
Fertilitas pada varietas Bush juga mengalami penurunan seiring dengan lamanya waktu simpan. Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa perbedaan nyata terlihat pada perbandingan perlakuan serbuk sari tanpa disimpan dengan serbuk sari yang disimpan mulai dari 24 hari. Hal ini juga terlihat pada gambar 12 dimana serbuk sari tanpa perlakuan penyimpanan (gambar 12a) menunjukkan warna merah (fertil) yang lebih banyak dibandingkan dengan serbuk sari yang berwarna terang atau kuning (steril). Perbedaan jelas terlihat pada perlakuan serbuk sari yang disimpan

selama 24 hari dan 30 hari (gambar 12c dan gambar 12d) dimana pada gambar tersebut banyak serbuk sari yang berwarna terang atau kuning (steril).



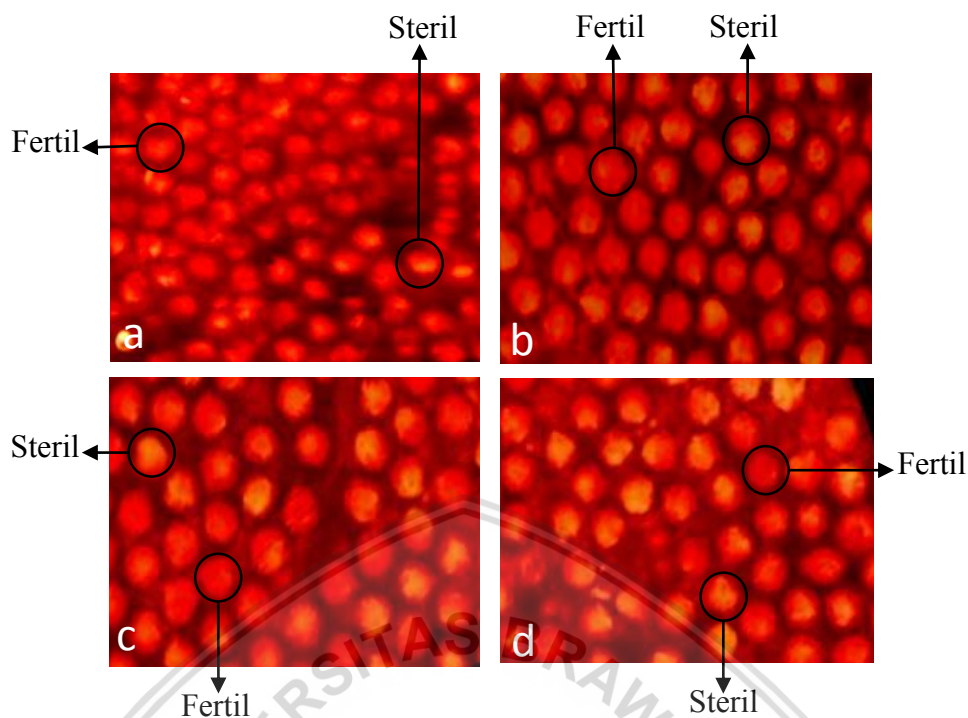
Gambar 12. Pengujian Fertilitas Serbuk Sari Varietas Bush Pada a) Tanpa Penyimpanan, b) Penyimpanan 6 Hari, c) Penyimpanan 24 Hari d) Penyimpanan 30 Hari.

Pada varietas Indigo fertilitas yang diperoleh lebih rendah jika dibandingkan dengan varietas lainnya (gambar 10). Hal ini dapat terlihat dari hasil uji fertilitas yang didapat, serbuk sari varietas Indigo lebih banyak yang berwarna terang atau kuning (steril) dibandingkan dengan yang berwarna gelap atau merah (fertil) (dijelaskan pada gambar 13). Pada gambar 13 dapat dilihat bahwa pada varietas Sweety serbuk sari yang disimpan semakin lama, semakin sedikit yang berwarna merah (fertil) sebaliknya terlihat semakin banyak yang berwarna terang atau kuning (steril). Dijelaskan juga pada tabel 3, bahwa serbuk sari perlakuan penyimpanan mulai dari 24 hari (gambar 13c) berbeda nyata dengan serbuk sari pada perlakuan tanpa disimpan (gambar 13a).



Gambar 13. Pengujian Fertilitas Serbuk Sari Varietas Indigo Pada a) Tanpa Penyimpanan, b) Penyimpanan 6 Hari, c) Penyimpanan 24 Hari d) Penyimpanan 30 Hari.

Serbuk sari varietas Ranti merupakan serbuk sari yang lebih tinggi viabilitasnya jika dibandingkan dengan varietas lainnya. Dari gambar 14 dapat dilihat bahwa, banyak serbuk sari yang berwarna merah (fertil) pada setiap pengamatannya. Serbuk sari mengalami penurunan fertilitas yang nyata di hari ke-24 penyimpanan, terlihat perbedaan pada gambar 14a dan gambar 14c yang menunjukkan serbuk sari lebih banyak berwarna merah (fertil) pada gambar 13a (tanpa penyimpanan). Hal ini sesuai dengan tabel 3 yang menjelaskan bahwa perbedaan fertilitas nyata terjadi pada penyimpanan serbuk sari tanpa penyimpanan dengan penyimpanan 24 hari.



Gambar 14. Pengujian Fertilitas Serbuk Sari Varietas Ranti Pada a) Tanpa Penyimpanan, b) Penyimpanan 6 Hari, c) Penyimpanan 24 Hari d) Penyimpanan 30 Hari.

Uji beda untuk mengetahui perbedaan rerata dua perlakuan menggunakan uji t. Sebelum uji t, dilakukan uji F terlebih dahulu (perhitungan pada Lampiran 5). Berikut ini hasil uji t dari data waktu simpan terhadap fertilitas serbuk sari (Tabel 3) dan fertilitas serbuk sari terhadap varietas (Tabel 4), untuk hasil tabel waktu simpan serbuk sari terhadap fertilitas disajikan secara lengkap pada lampiran 5).

Tabel 3. Persentase Waktu Simpan Serbuk Sari Terhadap Fertilitas

Penyimpanan	Fertilitas serbuk sari (%)		Uji t
	Px ₁ (%)	Px ₂ (%)	
P0 vs P3	84,07	80,88	tn
P0 vs P6	84,07	77,51	tn
P0 vs P9	84,07	73,81	tn
P0 vs P12	84,07	73,43	tn
P0 vs P15	84,07	64,05	tn
P0 vs P18	84,07	58,88	tn
P0 vs P21	84,07	55,12	tn
P0 vs P24	84,07	47,89	*
P0 vs P27	84,07	43,36	*
P0 vs P30	84,07	37,63	*
P3 vs P24	80,88	47,89	*
P3 vs P27	80,88	43,36	*
P3 vs P30	80,88	37,63	*
P6 vs P27	77,51	43,36	*
P6 vs P30	77,51	37,63	*
P12 vs P24	73,43	47,89	*
P12 vs P27	73,43	43,36	*
P12 vs P30	73,43	37,63	*

Keterangan: tn = tidak berbeda nyata pada taraf 5%; *= Berbeda nyata pada taraf 5%; vs= jika dibandingkan dengan; P0 = Tanpa penyimpanan; P3 = Penyimpanan selama 3 hari; P6 = Penyimpanan selama 6 hari; P9 = Penyimpanan selama 9 hari; P12 = Penyimpanan selama 12 hari; P15 = Penyimpanan selama 15 hari; P18 = Penyimpanan selama 18 hari; P21 = Penyimpanan selama 21 hari; P24 = Penyimpanan selama 24 hari; P27 = Penyimpanan selama 27 hari; P30 = Penyimpanan selama 30 hari.

Hasil uji t menunjukkan bahwa waktu simpan serbuk sari terhadap fertilitas tidak berbeda nyata pada beberapa perlakuan (tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa fertilitas serbuk sari yang disimpan memiliki rata-rata nilai yang sama. Hasil berbeda nyata antar perlakuan ditunjukkan pada fertilitas tanpa penyimpanan (P0) dengan penyimpanan 24 hari (P24), fertilitas tanpa penyimpanan (P0) dengan penyimpanan 27 hari (P27), fertilitas tanpa penyimpanan (P0) dengan penyimpanan 30 hari (P30). Fertilitas pada penyimpanan hari ke-3 juga menunjukkan hasil yang berbeda nyata yaitu pada perlakuan penyimpanan hari ke-3 (P3) dengan penyimpanan 24 hari (P24), fertilitas hari ke-3 (P3) dengan penyimpanan 27 hari (P27), fertilitas hari ke-3 (P3) dengan penyimpanan 30 hari (P30). Sama halnya dengan fertilitas pada penyimpanan hari ke-6 yang menunjukkan hasil yang berbeda nyata yaitu pada penyimpanan hari ke-6 (P6) dengan penyimpanan 27 hari (P27), fertilitas hari ke-6 (P6) dengan penyimpanan 30 hari (P30). Fertilitas pada

penyimpanan hari ke-12 juga menunjukkan hasil yang berbeda nyata yaitu pada perlakuan penyimpanan hari ke-12 (P12) dengan penyimpanan 24 hari (P24), fertilitas hari ke-12 (P12) dengan penyimpanan 27 hari (P27), fertilitas hari ke-12 (P12) dengan penyimpanan 30 hari (P30). Hal tersebut mempunyai arti bahwa semakin lama serbuk sari disimpan maka, semakin menurun fertilitasnya dibandingkan dengan serbuk sari yang tidak disimpan atau yang disimpan secara tidak lama. Pada penelitian ini, fertilitas serbuk sari dapat bertahan sampai 30 hari pada suhu 4°C.

Tabel 4. Persentase Fertilitas Serbuk Sari Terhadap Varietas

Varietas	Fertilitas serbuk sari (%)		Uji t
	Px ₁ (%)	Px ₂ (%)	
Sweety vs Ranti	58,86	75,05	tn
Bush vs Ranti	64,19	75,05	tn
Indigo vs Ranti	55,22	75,05	tn

Keterangan: tn = tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Hasil uji t pada persentase fertilitas serbuk sari terhadap varietas (disajikan dalam tabel.4) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa setiap varietas memiliki rata-rata nilai fertilitas yang sama.

4.1.3 Waktu Simpan Serbuk Sari Terhadap Keberhasilan Persilangan

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat bahwa persilangan antar varietas tomat mempunyai tingkat keberhasilan yang bervariasi. Pada persilangan yang menggunakan serbuk sari tanpa disimpan memiliki keberhasilan persilangan sebanyak 21,7%. Pada serbuk sari dengan perlakuan penyimpanan 3 hari memiliki keberhasilan persilangan 16,7%. Rerata keberhasilan persilangan terus menurun, pada perlakuan penyimpanan serbuk sari hari ke-6, ke-9, dan ke-12 keberhasilan persilangannya menjadi 11,7%. Pada perlakuan penyimpanan serbuk sari selama 15 hari, keberhasilan persilangan semakin menurun menjadi 8,3%. Rata-rata keberhasilan persilangan pada berbagai waktu penyimpanan serbuk sari menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hal tersebut mempunyai arti bahwa meskipun serbuk sari pada bunga tomat dapat disimpan sampai 15 hari, rata-rata keberhasilan persilangannya sama, hanya semakin lama penyimpanan kemampuan keberhasilan persilangannya semakin menurun. Berikut ini hasil uji t dari data

waktu simpan serbuk sari terhadap keberhasilan persilangan (Tabel 5), untuk hasil tabel waktu simpan serbuk sari terhadap keberhasilan persilangan disajikan secara lengkap pada lampiran 7)

Tabel 5. Waktu Simpan Serbuk Sari terhadap Keberhasilan Persilangan

Keberhasilan bunga menjadi buah (%)			
Penyimpanan	Px ₁ (%)	Px ₂ (%)	Uji t
P0 vs P3	21,7	16,7	tn
P0 vs P6	21,7	11,7	tn
P0 vs P9	21,7	11,7	tn
P0 vs P12	21,7	11,7	tn
P0 vs P15	21,7	8,3	tn
P3 vs P6	16,7	11,7	tn
P3 vs P9	16,7	11,7	tn
P3 vs P12	16,7	11,7	tn
P3 vs P15	16,7	8,3	tn
P6 vs P9	11,7	11,7	tn
P6 vs P12	11,7	11,7	tn
P6 vs P15	11,7	11,7	tn
P9 vs P12	11,7	11,7	tn
P9 vs P15	11,7	11,7	tn
P12 vs P15	11,7	8,3	tn

Keterangan: tn = tidak berbeda nyata pada taraf 5%; P0 = Tanpa penyimpanan; P3 = Penyimpanan selama 3 hari; P6 = Penyimpanan selama 6 hari; P9 = Penyimpanan selama 9 hari; P12 = Penyimpanan selama 12 hari; P15 = Penyimpanan selama 15 hari.

Uji t juga dilakukan pada tetua persilangan dengan resiproknya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan kemampuan kombinasi persilangan varietas tersebut dalam prosesnya membentuk buah. Hasil uji t pada perbandingan lama penyimpanan serbuk sari terhadap varietas yang digunakan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa varietas yang digunakan tidak berpengaruh terhadap persentase keberhasilan persilangan dan mempunyai rerata nilai yang sama.

Tabel 6. Persentase Keberhasilan Persilangan Terhadap Varietas

Keberhasilan bunga menjadi buah (%)			
Tetua Persilangan	Px ₁ (%)	Px ₂ (%)	Uji t
Sweety (♂) x Ranti (♀) vs Ranti (♂) x Sweety (♀)	13,33	21,67	tn
Bush (♂) x Ranti vs Ranti (♂) x Bush (♀)	20	26,67	tn
Indigo (♂) x Ranti vs Ranti (♂) x Indigo (♀)	-	-	-

Keterangan: tn = tidak berbeda nyata pada taraf 5%; - = tidak ada data/persilangan tidak berhasil; (♂) = tetua jantan; (♀) = tetua betina.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Waktu Simpan Serbuk Sari terhadap Viabilitas

Viabilitas serbuk sari merupakan parameter penting, karena serbuk sari harus hidup dan mampu berkecambah setelah persilangan agar terjadi pembuahan (Widiastuti dan Palupi, 2008). Ketersediaan serbuk sari dengan viabilitas yang tinggi merupakan salah satu komponen yang menentukan keberhasilan persilangan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan viabilitas serbuk sari dengan metode pengecambahan memiliki nilai viabilitas yang rendah. Rendahnya persentase viabilitas serbuk sari dapat disebabkan oleh ketidakcocokan tanaman dengan komposisi medium yang digunakan. Warid (2009) menyatakan bahwa nilai viabilitas serbuk sari (tanpa disimpan) pada famili Solanaceae rata-rata sebesar 78,4% dengan pengujian menggunakan media PEG yang terdiri dari 10% sukrosa, 0.005% H_3BO_3 , 10 mM $CaCl_2$, 0.05 mM KH_2PO_4 , dan 4% Polyetilene Glycol 6000 (PEG). Menurut Jannah (2011) berkecambahnya serbuk sari suatu tanaman bervariasi setiap spesies, tergantung pada zat (medium) yang diperlukan untuk pertumbuhan.

Faktor lain yang mempengaruhi viabilitas serbuk sari adalah suhu, kelembaban, perbedaan varietas, fisiologi tanaman dan umur bunga (Nyine dan Pillay, 2007). Suhu yang digunakan dalam penelitian ini adalah suhu *freezer* yaitu 4°C. Menurut Nynie dan Pillay (2007), viabilitas serbuk sari dapat dipertahankan dengan menyimpannya pada suhu yang rendah. Persentase perkecambahan serbuk sari tomat menurun dalam kondisi lingkungan dengan suhu yang tinggi 37 °C-27°C (Soylu dan Comlecioglu, 2009). Selain itu, kemampuan serbuk sari untuk berkecambah di bawah kondisi suhu yang tinggi menjadi faktor yang sangat penting dalam kemampuannya untuk membentuk buah. Fariroh (2012) menyatakan bahwa serbuk sari mentimun yang disimpan di *ultra freezer* menunjukkan viabilitas yang tinggi dibandingkan dengan serbuk sari yang disimpan di *freezer* ($-1.75^{\circ}C \pm 1$) dan *deep freezer* ($-20^{\circ}C \pm 2$). Serbuk sari yang disimpan di dalam *freezer* dan *deep freezer* tidak mampu menjaga viabilitas serbuk sari hingga di atas 1%. Serbuk sari yang disimpan di *ultra freezer* ($-79^{\circ}C \pm 2$) dapat mempertahankan viabilitas serbuk sari di atas 1% hingga 12 minggu.

Faktor kedua yang mempengaruhi viabilitas serbuk sari adalah kelembaban. Serbuk sari merupakan organ reproduksi yang mengalami kemunduran seiring lamanya waktu penyimpanan. Dengan modifikasi suhu dan kelembaban relatif (RH) rendah, atau salah satu di antaranya, viabilitas serbuk sari dapat dipertahankan lebih lama (Widiastuti dan Palupi, 2008). Pada penelitian ini kelembaban serbuk sari didapat dengan menggunakan silica gel pada saat penyimpanan serbuk sari di *appendorf*. Chen (2001) menyatakan bahwa viabilitas serbuk sari terong dapat dipertahankan selama 8 - 10 hari kelembaban relatif 50 – 55%.

Faktor selanjutnya yang mempengaruhi viabilitas serbuk sari adalah perbedaan varietas, fisiologi tanaman dan umur bunga. Pada penelitian ini meskipun hasil menunjukkan tidak berbeda nyata antara varietas dengan viabilitas serbuk sari yang dihasilkan namun dapat dilihat pada tabel 2 nilai viabilitas pada varietas Ranti tinggi di bandingkan dengan varietas lainnya. Varietas Indigo mempunyai nilai viabilitas yang rendah. Hal ini berhubungan dengan fisiologi tanaman dari masing-masing varietas dan umur berbunga. Varietas Ranti memiliki tipe pertumbuhan tanaman determinate yang sudah berbunga dengan jumlah yang banyak pada umur 17 HST, sedangkan varietas Indigo memiliki tiper pertumbuhan tanaman indeterminate dan berbunga pada umur 23 HST, bunga yang dihasilkan pada satu tanaman juga tidak sebanyak pada bunga di tanaman varietas Ranti. Pemanenan serbuk sari sebaiknya dilakukan pada saat viabilitasnya maksimum yaitu saat bunga mulai mekar sempurna (Tuinstra dan Wedel, 2000). Serbuk sari yang mempunyai kualitas tinggi diperoleh dari anther bunga jantan yang sudah pecah dan siap melakukan penyerbukkan (Warid, 2009).

4.2.2 Waktu Simpan Serbuk Sari terhadap Fertilitas

Pengujian fertilitas serbuk sari dilakukan dengan menggunakan teknik pewarnaan (Haryudin dan Rostiana, 2008). Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil uji fertilitas serbuk sari dengan pewarnaan mempunyai persentase yang tinggi. Hal ini disebabkan karena butir serbuk sari yang masak mengandung pati dalam jumlah besar. Uji fertilitas serbuk sari menggunakan metode pewarnaan dengan YKI 1%, mereaksikan YKI dengan pati yang terkandung di dalam serbuk sari. Kandungan pati yang tinggi dalam serbuk sari diasumsikan menunjukkan tingkat

fertilitas serbuk sari yang tinggi. Semakin banyak kandungan pati, maka fertilitas serbuk sarinya juga semakin tinggi (Bolat & Pirlak, 1999).

Semakin lama disimpan, fertilitas serbuk sari akan semakin menurun. Hal ini berkaitan dengan kadar air dan nutrisi yang tersimpan dalam serbuk sari. Semakin lama disimpan, kadar air dan nutrisi dalam serbuk sari dapat mengalami kerusakan, karena berupa bahan organik (Ulfah *et al.*, 2016). Faktor lain yang mempengaruhi fertilitas serbuk sari adalah cahaya, suhu, udara dan kelembaban (Galetta, 1983). Pemberian sinar gamma dalam berbagai dosis tertentu mampu mengurangi kemampuan serbuk sari untuk merombak karbohidrat menjadi cadangan energi. Hal tersebut terjadi karena serbuk sari mengalami nekrosis (peristiwa menyusutnya cairan sitoplasma) yang menyebabkan serbuk sari terdegenerasi atau mati sehingga serbuk sari menjadi steril dan bentuknya tidak normal (Aprilia *et al.*, 2018).

Fertilitas dan viabilitas memiliki hubungan untuk mendukung keberhasilan persilangan. Fertilitas menunjukkan hasil subur atau tidaknya serbuk sari yang diuji, sedangkan viabilitas menunjukkan kemampuan serbuk sari tersebut berkecambah pada putik dan membentuk buah. Pada penelitian ini, serbuk sari masih dikategorikan fertil setelah 30 hari penyimpanan namun, sudah tidak viabel atau sudah tidak dapat berkecambah setelah 18 hari penyimpanan. Hal ini mempunyai arti bahwa serbuk sari tersebut subur atau fertil namun sudah tidak dapat digunakan untuk persilangan pada perlakuan diatas 18 hari penyimpanan. Hal ini terjadi karena pati yang terdapat pada serbuk sari tomat masih terdeteksi oleh larutan YKI yang digunakan untuk pengujian fertilitas (Bolat dan Pirlak, 1999)., namun pati tersebut sudah tidak memiliki kemampuan untuk berkecambah di media perkecambahan cair (media yang digunakan untuk pengujian viabilitas) (Warid, 2009). Perlakuan penyimpanan serbuk sari menyebabkan serbuk sari kehilangan protein dan pati secara perlahan. Ketika serbuk sari ini digunakan dalam persilangan, tidak dapat membuahi bakal biji sehingga tidak terjadi pembuahan.persilangan gagal. Menurut Darjanto dan Satifah (1990), pembuahan akan berjalan lancar apabila inti sel telur dan serbuk sari dalam keadaan sehat dan subur (fertil) dan serbuk sari harus memiliki daya tumbuh (viabilitas) yang tinggi.

4.2.3 Waktu Simpan Serbuk Sari Terhadap Keberhasilan Persilangan

Bunga yang berhasil membentuk buah dapat diamati 7 hari setelah persilangan. Persilangan yang berhasil akan menunjukkan ciri tangkai bunga menggembung membentuk bulat kecil. Kegiatan persilangan akan menjadi gagal apabila 2 hari setelah persilangan, bunga menjadi layu, mengering, dan rontok. Persilangan merupakan tahap awal terbentuknya buah dan biji melalui pembuahan. Setelah terjadi penyerbukan dan pembuahan, bunga dan komponen-komponennya mengalami perubahan bentuk dan fungsi yang umumnya perhiasan bunga akan layu dan gugur. Menurut Darjanto dan Satifah (1990) jika calon buah mulai membesar dan tidak rontok maka kemungkinan telah terjadi pembuahan sedangkan jika calon buah tidak membesar dan rontok maka kemungkinan telah terjadi kegagalan pembuahan.

Berdasarkan hasil penelitian, perbandingan waktu simpan serbuk sari terhadap keberhasilan persilangan menunjukan hasil yang tidak berbeda nyata (tabel 5). Hasil penelitian menunjukan bahwa persilangan antar varietas tomat pada berbagai waktu penyimpanan serbuk sari mempunyai tingkat keberhasilan yang bervariasi (dapat dilihat pada tabel 6), namun cenderung rendah karena dibawah 50%. Perlakuan antar varietas terhadap keberhasilan persilangan tidak berbeda nyata dikarenakan bunga yang digunakan untuk persilangan sebagai tetua betina berumur sama dan sudah mencapai masa reseptivitas putik. Teknik emaskulasi dan waktu emaskulasi juga menggunakan metode dan cara yang sama, sehingga perlakuan antar varietas terhadap keberhasilan persilangan tidak berbeda nyata. Kusandriani (1996) menyatakan bahwa keberhasilan persilangan sangat dipengaruhi oleh kondisi tanaman, yaitu reseptivitas putik, viabilitas serbuk sari, waktu persilangan dan cuaca.

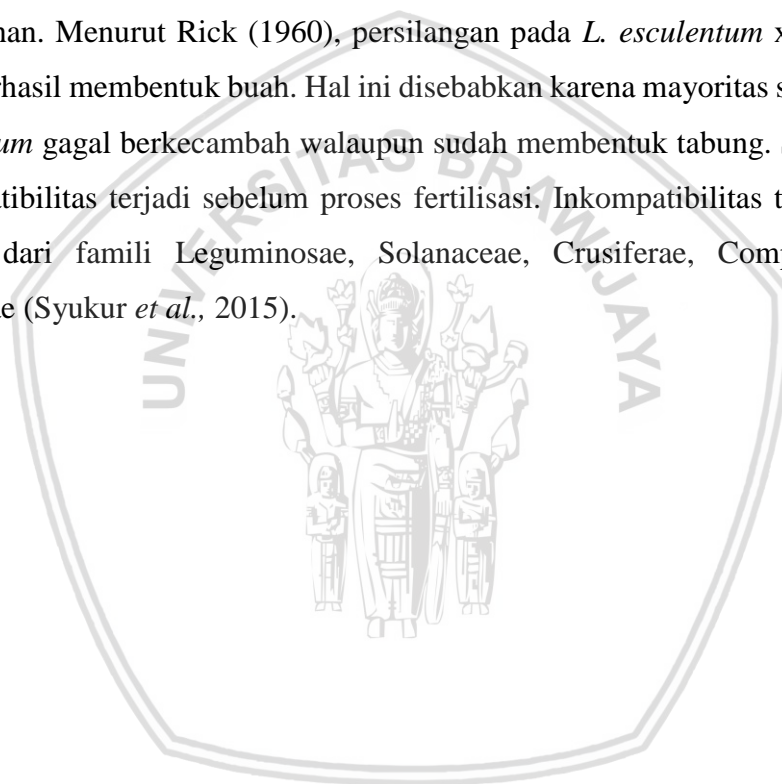
Pada pengujian viabilitas, serbuk sari masih dinyatakan viabel sampai pada 18 hari penyimpanan namun, ketika digunakan untuk persilangan serbuk sari tersebut gagal membentuk buah. Serbuk sari yang berhasil membentuk buah adalah serbuk sari yang disimpan sampai 15 hari. Hal ini disebabkan karena nilai viabilitas yang terlalu rendah pada perlakuan 18 hari penyimpanan sehingga serbuk sari gagal berkecambah pada putik. Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan persilangan adalah intensitas pollinasi (jumlah butir polen yang diinfestasikan), dan

cuaca saat penyerbukan. Intensitas penyerbukan dalam hal jumlah butir polen yang berperan dalam penyerbukan memiliki korelasi yang positif dengan keberhasilan dalam membentuk buah (Yunita *et al.*, 2015). Persilangan di lapang juga dipengaruhi oleh banyak faktor misalnya, cuaca, angin dan, kondisi tanaman. Sesuai dengan pernyataan Darjanto dan Satifah (1990) bahwa, setiap penyerbukan yang dilakukan tidak selalu berlangsung dengan pembuahan. Penyerbukan dilakukan pada waktu yang tepat, putik dan benang sari harus dalam keadaan segar dan telah masak. Pada penelitian ini penyerbukan dilakukan satu hari setelah emaskulasi karena masa reseptivitas putik terbaik adalah 24 jam setelah emaskulasi. Hal ini ditandai dengan mekarnya mahkota bunga yang telah diemaskulasi dan pada kepala putik terdapat lendir. Lendir membantu polen yang menempel menjadi berkecambah membentuk tabung polen sehingga terjadi proses pembuahan. Menurut Yanik (2014), keberhasilan persilangan pada bunga terong tertinggi mencapai 59% pada polinasi 24 jam setelah emaskulasi.

Pertumbuhan serbuk sari dapat dipengaruhi suhu udara. Pada suhu rendah perkecambahan dan pertumbuhan serbuk sari akan berjalan lambat. Semakin tinggi suhu semakin cepat pertumbuhan serbuk sarinya. Pada umumnya batas optimum untuk pertumbuhan serbuk sari berkisar 25°C (Darjanto dan Satifah, 1990). Rell, *et al* (2004) melalui Sutini (2008) menyatakan bahwa titik kritis pada pembentukan buah tomat adalah suhu pada malam hari. Kisaran suhu malam hari yang optimal untuk tanaman tomat adalah 15°-20°C. Suhu malam hari yang rendah < 13°C akan menurunkan produksi dan viabilitas polen, sedangkan suhu tinggi > 32°C bersamaan dengan kelembaban yang rendah disertai angin kering dapat menghambat polinasi dan fertilisasi sehingga buah tidak dapat terbentuk. Sebaliknya kelembaban udara yang tinggi akan menyebabkan tanaman tomat banyak diserang penyakit.

Pada persilangan varietas Indigo x Ranti dan resiproknya Ranti x Indigo, tidak ada yang berhasil membentuk buah. Menurut Sukartini (2008), semakin besar jarak genetik maka keberhasilan persilangan akan semakin kecil. Secara morfologi varietas Ranti dan Indigo memiliki perbedaan. Tomat Indigo merupakan tomat besar berwarna ungu, dan mempunyai tipe pertumbuhan indeterminate sedangkan tomat Ranti merupakan tomat cherry berwarna merah, berbunga lebat, dan mempunyai tipe pertumbuhan determinate. Perbedaan morfologi inilah yang

mendukung terjadinya inkompatibilitas. Inkompatibilitas yang terjadi merupakan inkompatibilitas gametofitik yaitu inkompatibilitas yang disebabkan oleh varietas dari polen dan stigma, bukan dari varietas tanaman yang menghasilkannya. Inkompatibilitas ini dikendalikan oleh gen S (Bhojwani dan Bhatnagar 1974). Pada sistem ini, tabung serbuk sari akan tumbuh lambat pada tangkai putik karena putik dan serbuk sari memiliki alel S yang sama. Martin (1966) menyatakan bahwa, adanya alel S yang mengontrol inkompatibilitas pada persilangan *L. esculentum* x *L. hirsutum*. Alel S yang ada di *L. hirsutum* menghambat perkecambahan pada serbuk sari saat serbuk sari sudah berada di kepala putik, sehingga gagal terjadi pembuahan. Menurut Rick (1960), persilangan pada *L. esculentum* x *S. pennellii* tidak berhasil membentuk buah. Hal ini disebabkan karena mayoritas serbuk sari *L. esculentum* gagal berkecambah walaupun sudah membentuk tabung. Semua kasus inkompatibilitas terjadi sebelum proses fertilisasi. Inkompatibilitas tersebar pada spesies dari famili Leguminosae, Solanaceae, Crusiferae, Compositae, dan Graminae (Syukur *et al.*, 2015).



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Serbuk sari yang disimpan pada suhu 4°C semakin lama akan mengalami penurunan kualitas. Hal ini ditunjukkan dari nilai viabilitas dan fertilitas serbuk sari. Jika kualitas serbuk sari menurun, maka keberhasilan persilangan akan rendah.
2. Viabilitas serbuk sari dapat disimpan sampai 18 hari dan fertilitas serbuk sari dapat disimpan sampai dengan lama penyimpanan 30 hari.
3. Serbuk sari yang dapat digunakan untuk persilangan adalah serbuk sari dengan perlakuan tanpa penyimpanan dan perlakuan hingga disimpan selama 15 hari.

5.2 Saran

Perlu diadakan penelitian lanjut untuk penyimpanan serbuk sari pada suhu yang lebih rendah dari 4°C agar dapat diketahui berapa lama fertilitas dan viabilitas yang dihasilkan dan berapa banyak keberhasilan persilangan yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

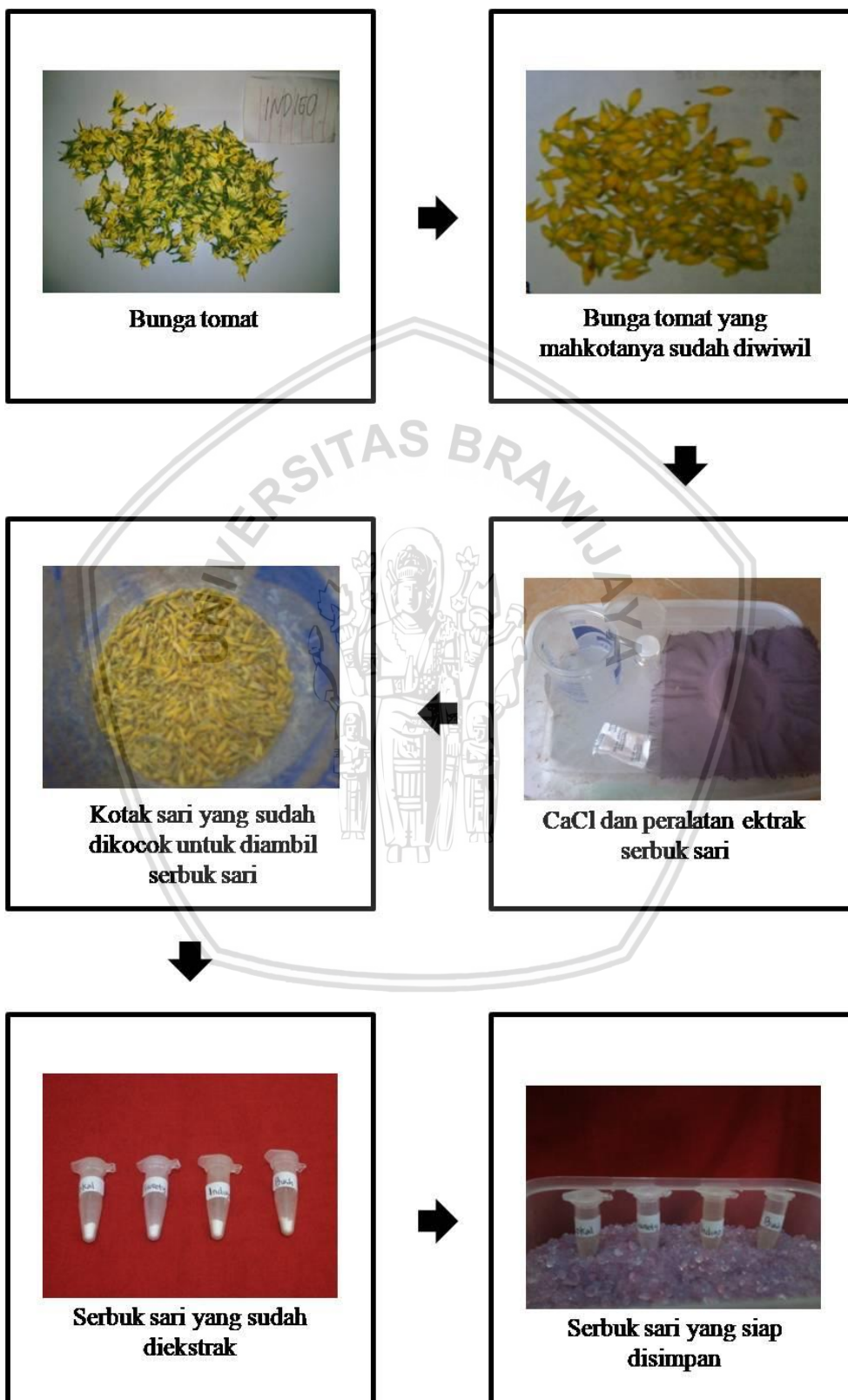
- Abdul-Baki, A. A. 1992. Determination of pollen viability in tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117(3): 473-476
- Anonymous, 2016^a. Tomat Sweety Cherry. <http://mastagiriagro.com/2016/07/09/tomat-sweety-cherry>. Diakses tanggal 3 Mei 2016.
- Anonymous, 2016^b. Tomat Indigo Rose. <http://mastagiriagro.com/2016/07/09/tomat-indigo-rose-2/>. Diakses tanggal 3 Mei 2016.
- Anonymous, 2016^c. Tomat Bush Cherry. (<http://mastagiriagro.com/?s=Bush+Cherry>) . Diakses tanggal 3 Mei 2016.
- Aprilia, G. W., Mariana, B. D, dan Sumeru, A. 2018. Studi Fertilitas dan Viabilitas Mutan Mandarin SoE Hasil Radiasi dari Sinar Gama. J. Prod Tan. 6(2):341-349.
- Baskorowati, L. 2006. Controlled Pollination Methods for *Melaleuca alternifolia* (Maiden and Betchen) Cheel. Canberra. ACIAR Technical Reports No 63.
- Bhojwani, S. S., and Bhatnagar S. P. 1974. The Embryologi of Angiosperm. Third Revised Edition. Vikas Publishing House. PVT. LTD. Delhi.
- Beineke, W. F., C. J. Masters, and S.G. Pennington. 1977. Black Walnut Pollen Storage and Germination. Proceedings-Southern Conference on Forest Tree Improvement. U.S. Forest Service. Southern Region. Baltimore Avenue.
- Bolat, I. and L. Pirlak. 1999. An Investigation on Pollen Viability, Germination, and Tube Growth in Some Stone Fruits. J. of Agr. and Forest. 99(23): 383-388.
- Chen N. C. 2001. Eggplant Seed Production. Asian Vegetable Research and Development Center. (AVRDC). 18(1): 1-4.
- Daniel, I. O. 2011. Exploring Storage Protocols for Yam (*Dioscorea* spp.) Pollen Genebanking. Afr. J. Biotech. 10(42): 8306-8311.
- Darjanto., dan Satifah, S. 1990. Pengetahuan Dasar Biologi Bunga dan Teknik Penyerbukan Silang Buatan. Gramedia. Jakarta.
- Darmono. 2003. Menghasilkan Anggrek Silangan. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Devitasari, R. 2014. Fertilitas dan Kompatibilitas Persilangan pada Empat Varietas Unggul Lokal Durian (*Durio zibethinus* Murr.). Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Fatonah, I. 2003. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Viabilitas Serbuk Sari Murbei (*Morus alba* var Kanva 2) Skripsi. Program Studi Pemuliaan Tanaman dan Teknologi Benih. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Galleta, G. J. 1983. Pollen and seed management. In J.N. Moore and J.Janick (Eds.). Methods in Fruit Breeding. Purdue Univ. Press. West Lafayette Ind.

- Hairmansis. A., Aswidinnoor. H., Trikoesoemaningtyas, dan Suwarno. 2005. Evaluasi Daya Pemulih Kesuburan Padi Lokal dari Kelompok Tropical Japonica. Balai Penelitian Tanaman Padi. Bogor. Bul. Agron. 33 (3): 1-6.
- Haryudin, W. dan Rostiana, O. 2008. Karakteristik Morfologi Bunga Kencur (*Kaempferia galangal* L). Balai Penelitian Tanaman Aromatik. Bogor. Bul. Littro. 19 (2): 109-116.
- Jannah M. 2011. Uji Viabilitas Polen Jernang (*Daemonorops draco* (willd.) Blume.) dengan Teknik Pewarnaan dan Germinasi Secara *in vitro* Setelah Diawetkan dalam Beberapa Pelarut Organik. Tesis. Program Studi Biologi, Program Magister Universitas Andalas. Padang: 1-12.
- Kearns, C.A. and D.W. Inouye. 1993. Techniques for Pollination Biologists. University Press of Colorado, Niwot, CO.
- Khoerani, 2013. Studi Pembungaan dan Perkembangan Buah serta Viabilitas Polen Pohon Gaharu (*Gyrinops versteegii*). Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kusandriani, Y. 1996. Pembentukan Hibrida Cabai. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung.
- Lubis, U.A. 1993. Pedoman Pengadaan Benih Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Pematang Siantar.
- Malik, C.P. 1979. Current Advantages in Plant Reproductive Biology. Kalyani Publisher. Ludhiana. New Delhi.
- Marcucci, M.C. and T. Visser. 1987. Pollen Tube Growth in Apple and Pear Styles in Relation to Self-Incompatibility, Incongruity and Pollen Load. Adv. Hort. Sci.1.
- Martin, F.W. 1966. The Genetic Control of Unilateral Incompatibility between Two Tomato Species. J. of Genetics 56: 391-398.
- Nyine, M. and M. Pillay. 2007. Banana Nectar as A Medium for Testing Pollen Viability and Germination in Musa. African J. of Biotech 6(10): 1175-1180.
- Rick, C.M. 1960. Hybridization between *Lycopersicon Esculentum* and *Solanum Pennellii*: Phylogenetic and Cytogenetic Significance. J of Genetics 46: 78-82.
- Rosati, A., M. Zipan'cić, S. Caporali, and A. Paoletti. 2010. Fruit Set is Inversely Related to Flower and Fruit Weight in Olive (*Olea europaea* L.). Sci. Hort. 126: 200-204.
- Sharafi, Y. 2011. Study of Pollen Germination in Pome Fruit Tree of Rosaceae Family in-vitro. Afr. J. Plant Sci. 5(9): 483-488.
- Soylu, M.K. and N. Comlecioglu. 2009. The Effect of High Temperature on Pollen Grain Characteristics in Tomato (*Lycopersicum esculentum* M.). J. Agric. Fac. H.R. 13(2): 35-42.
- Sriwahyuni, E. 2008. Hubungan antara Lama Simpan Serbuk Sari dengan Produksi Buah dan Viabilitas Benih Salak Pondoh (*Salacca zalacca*(Gaertner) Voss

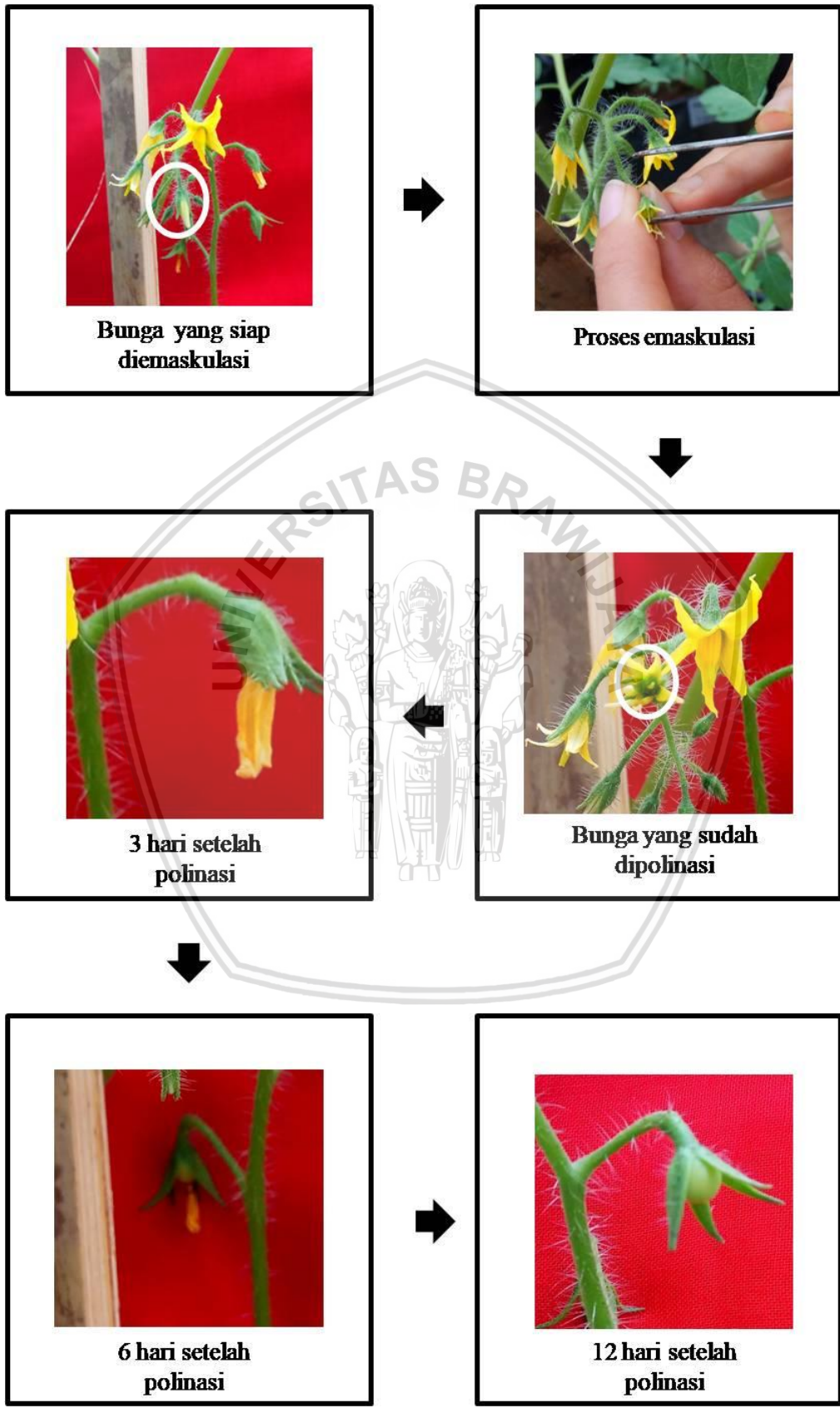
- var. *zalacca*). Skripsi. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sukaya, Wijayanti, R. dan Muliawati, E. S. 2010. Pengaruh Asal Serbuk Sari Dalam Penyerbukan Buatan Terhadap Hasil pada Tanaman Buah Naga *Hylocereus* dan *Selenicereus*. Abstrak. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Sukartini. 2008. Analisis Jarak Genetik dan Kekerabatan Aksesori- Aksesori Pisang berdasarkan Primer *Random Amplified Polymorphic DNA*. J. Hort 18(3):261-266.
- Sutini. 2008. Analisis Stabilitas Inseri dan Ekspresi Fenotipik Gen Partenokarpi *DefH9-iaaM* pada T3 Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) Transgenik Asal Varietas Opal. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Departemen Biologi. Universitas Indonesia. Depok.
- Syukur, M. E., S. Helfi. dan Hermanto, R. 2015. Bertanam Tomat di Musim Hujan. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Tuinstra, M.R. and J. Wedel. 2000. Estimation of Pollen Viability in Grain Sorghum. Crop Sci. 40(4): 968-970.
- Ulfah, S.M., Dorly. Rahayu, S. 2016. Perkembangan Bunga dan Uji Viabilitas Serbuk Sari Bunga Lipstik *Aeschynanthus radicans* var. 'Monalisa' Di Kebun Raya Bogor. J. 19(1):21-32.
- Warianto, C. 2011. Teknik Penyiapan Benih Tomat (*Solanum lycopersicum*). <http://www.google.com/skp.unair.ac.id/>. Diakses pada tanggal 12 Mei 2014.
- Warid. 2009. Korelasi Metode Pengecambahan *In Vitro* dengan Pewarnaan dalam Pengujian Viabilitas Polen. Skripsi. Program Studi Pemuliaan Tanaman dan Teknologi Benih, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Widiastuti, A. dan E.R. Palupi. 2008. Viabilitas Serbuk Sari dan Pengaruhnya terhadap Keberhasilan Pembentukan Buah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Biod 9(1): 35-38.
- Yanik, 2014. Studi Teknik Produksi Benih Terong Ungu (*Solanum melongena* L.) Hibrida di PT. Bisi International Tbk, Kediri. Magang Kerja. Jurusan Bididaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Yunita, R.T., Taryono. dan Suyadi, M. W. 2015. Pengujian Sifat Kemampuan Menyerbuk Silang Lima Klon Kakao. Biod 1(5): 1182-1185.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Langkah – Langkah Penyimpanan Serbuk Sari



Lampiran 2. Tahapan Persilangan



Lampiran 3. Perhitungan Fertilitas

Tabel perhitungan uji F dan uji T dari data berbagai waktu penyimpanan dan berbagai set persilangan terhadap fertilitas serbuk sari tanaman tomat.

Penyimpanan (Hari)	Rerata Fertilitas Polen (%)				Total	Rerata
	Sweety	Bush	Indigo	Ranti		
Kontrol	80,067	84,700	78,333	93,167	336,267	84,067
3	75,500	81,833	74,767	91,400	323,500	80,875
6	75,633	77,800	69,433	87,167	310,033	77,508
9	83,267	67,200	60,700	84,067	295,233	73,808
12	68,933	73,100	64,633	87,033	293,700	73,425
15	57,833	62,267	55,900	80,200	256,200	64,050
18	53,133	57,733	52,300	72,367	235,533	58,883
21	48,367	54,200	45,967	71,933	220,467	55,117
24	39,867	50,767	40,900	60,033	191,567	47,892
27	34,133	50,067	34,533	54,700	173,433	43,358
30	30,733	46,433	29,933	43,433	150,533	37,633
Total	647,467	706,100	607,400	825,500	2786,467	696,617

Tabel Akar Kuadrat dari Rerata Viabilitas Polen

Penyimpanan (Hari)	Akar Kuadrat dari Rerata Fertilitas Polen (%)				Total
	Sweety	Bush	Indigo	Ranti	
Kontrol	6410,671	7174,090	6136,111	8680,028	28400,900
3	5700,250	6696,694	5590,054	8353,960	26340,959
6	5720,401	6052,840	4820,988	7598,028	24192,257
9	6933,338	4515,840	3684,490	7067,204	22200,872
12	4751,804	5343,610	4177,468	7574,801	21847,683
15	3344,694	3877,138	3124,810	6432,040	16778,682
18	2823,151	3333,138	2735,290	5236,934	14128,513
21	2339,334	2937,640	2112,934	5174,404	12564,313
24	1589,351	2577,254	1672,810	3604,001	9443,417
27	1165,084	2506,671	1192,551	2992,090	7856,397
30	944,538	2156,054	896,004	1886,454	5883,051
Total	41722,618	47170,970	36143,511	64599,946	189637,044

Uji Homogenitas dengan Menggunakan Uji F pada Berbagai Waktu Penyimpanan

a. Ragam Contoh (Sample Variance) (s^2)

Rumus:

$$s^2 = \frac{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}{n-1}$$

Keterangan :

- $(y)^2$: masing-masing perlakuan dijumlahkan kemudian dikuadratkan
- y^2 : masing masing perlakuan dikuadratkan kemudian dijumlahkan
- n : banyaknya data

Penyimpanan	n	y	$(y)^2$	y^2	s^2
Kontrol	4	336,267	113075,271	28400,9	44,027
3	4	323,500	104652,250	26341,0	59,299
6	4	310,033	96120,668	24192,3	54,030
9	4	293,700	86259,690	22200,9	211,983
12	4	295,233	87162,721	21847,7	19,001
15	4	256,200	65638,440	16778,7	123,024
18	4	235,533	55475,951	14128,5	86,509
21	4	220,467	48605,551	12564,3	137,642
24	4	191,567	36697,788	9443,4	89,657
27	4	173,433	30079,121	7856,4	112,205
30	4	150,533	22660,284	5883,1	72,660

b. Uji F

Rumus:

$$F_{hitung} = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{s_B^2}{s_A^2}$$

Keterangan :

- $s_1^2 = s_B^2$ = perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- $s_2^2 = s_A^2$ = perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- s_1 dan s_2 diatur sedemikian rupa sehingga $F > 1$

Hasil Perhitungan Uji F:

Penyimpanan	df = $n_1 - 1$	df = $n_2 - 1$	$s_1^2 =$ s_B^2	$s_2^2 =$ s_A^2	F_{hitung}	F_{tabel} 0.05	F_{tabel} 0.01
Kontrol vs P3	3	3	44,027	59,299	0,742 ^{tn}	9,28	29,46
Kontrol vs P6	3	3	44,027	54,030	0,815 ^{tn}		
Kontrol vs P9	3	3	44,027	211,983	0,208 ^{tn}		
Kontrol vs P12	3	3	44,027	19,001	2,317 ^{tn}		
Kontrol vs P15	3	3	44,027	123,024	0,358 ^{tn}		

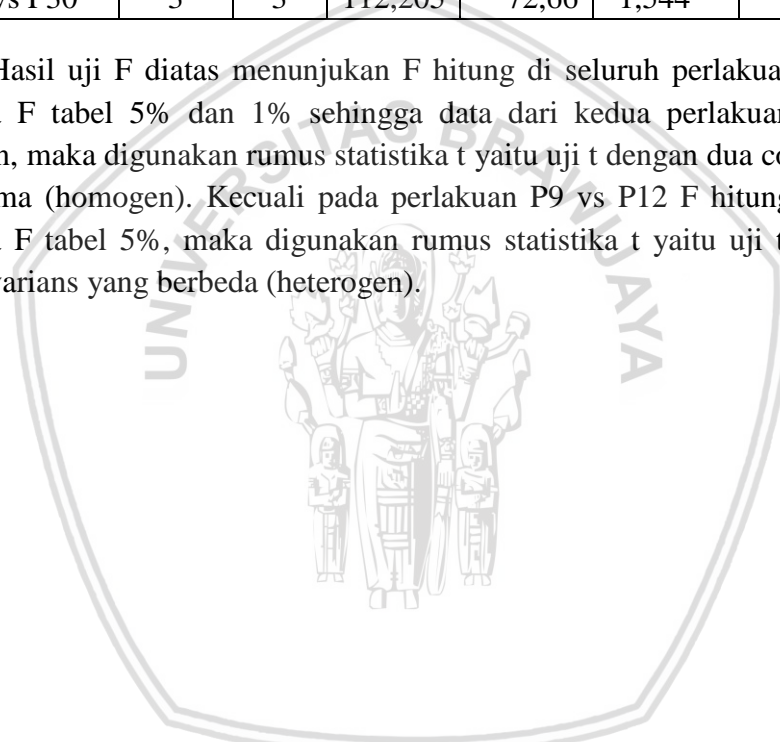
Lanjutan Hasil Perhitungan Uji F:

Penyimpanan	df = n ₁ -1	df = n ₂ -1	s ₁ ² = s _B ²	s ₂ ² = s _A ²	F _{hitung}	F _{tabel} 0.05	F _{tabel} 0.01
Kontrol vs P18	3	3	44,027	86,509	0,509 ^{tn}	9,28	29,46
Kontrol vs P21	3	3	44,027	137,642	0,320 ^{tn}		
Kontrol vs P24	3	3	44,027	89,657	0,491 ^{tn}		
Kontrol vs P27	3	3	44,027	112,205	0,392 ^{tn}		
Kontrol vs P30	3	3	44,027	72,66	0,606 ^{tn}		
P3 vs P6	3	3	59,299	54,030	1,098 ^{tn}		
P3 vs P9	3	3	59,299	211,983	0,280 ^{tn}		
P3 vs P12	3	3	59,299	19,001	3,121 ^{tn}		
P3 vs P15	3	3	59,299	123,024	0,482 ^{tn}		
P3 vs P18	3	3	59,299	86,509	0,685 ^{tn}		
P3 vs P21	3	3	59,299	137,642	0,431 ^{tn}		
P3 vs P24	3	3	59,299	89,657	0,661 ^{tn}		
P3 vs P27	3	3	59,299	112,205	0,528 ^{tn}		
P3 vs P30	3	3	59,299	72,66	0,816 ^{tn}		
P6 vs P9	3	3	54,030	211,983	0,255 ^{tn}		
P6 vs P12	3	3	54,030	19,001	2,844 ^{tn}		
P6 vs P15	3	3	54,030	123,024	0,439 ^{tn}		
P6 vs P18	3	3	54,030	86,509	0,625 ^{tn}		
P6 vs P21	3	3	54,030	137,642	0,393 ^{tn}		
P6 vs P24	3	3	54,030	89,657	0,603 ^{tn}		
P6 vs P27	3	3	54,030	112,205	0,482 ^{tn}		
P6 vs P30	3	3	54,030	72,66	0,744 ^{tn}		
P9 vs P12	3	3	211,983	19,001	11,156*		
P9 vs P15	3	3	211,983	123,024	1,723 ^{tn}		
P9 vs P18	3	3	211,983	86,509	2,450 ^{tn}		
P9 vs P21	3	3	211,983	137,642	1,540 ^{tn}		
P9 vs P24	3	3	211,983	89,657	2,364 ^{tn}		
P9 vs P27	3	3	211,983	112,205	1,889 ^{tn}		
P9 vs P30	3	3	211,983	72,66	2,917 ^{tn}		
P12 vs P15	3	3	19,001	123,024	0,154 ^{tn}		
P12 vs P18	3	3	19,001	86,509	0,220 ^{tn}		
P12 vs P21	3	3	19,001	137,642	0,138 ^{tn}		
P12 vs P24	3	3	19,001	89,657	0,212 ^{tn}		
P12 vs P27	3	3	19,001	112,205	0,169 ^{tn}		
P12 vs P30	3	3	19,001	72,66	0,262 ^{tn}		
P15 vs P18	3	3	123,024	86,509	1,422 ^{tn}		
P15 vs P21	3	3	123,024	137,642	0,894 ^{tn}		
P15 vs P24	3	3	123,024	89,657	1,372 ^{tn}		
P15 vs P27	3	3	123,024	112,205	1,096 ^{tn}		
P15 vs P30	3	3	123,024	72,66	1,693 ^{tn}		

Lanjutan Hasil Perhitungan Uji F:

Penyimpanan	df = $n_1 - 1$	df = $n_2 - 1$	$s_1^2 =$ s_B^2	$s_2^2 =$ s_A^2	F_{hitung}	F_{tabel} 0.05	F_{tabel} 0.01
P18 vs P21	3	3	86,509	137,642	0,629 ^{tn}	9,28	29,46
P18 vs P24	3	3	86,509	89,657	0,965 ^{tn}		
P18 vs P27	3	3	86,509	112,205	0,771 ^{tn}		
P18 vs P30	3	3	86,509	72,66	1,191 ^{tn}		
P21 vs P24	3	3	137,642	89,657	1,535 ^{tn}		
P21 vs P27	3	3	137,642	112,205	1,227 ^{tn}		
P21 vs P30	3	3	137,642	72,66	1,894 ^{tn}		
P24 vs P27	3	3	89,657	112,205	0,799 ^{tn}		
P24 vs P30	3	3	89,657	72,66	1,234 ^{tn}		
P27 vs P30	3	3	112,205	72,66	1,544 ^{tn}		

Hasil uji F diatas menunjukkan F hitung di seluruh perlakuan lebih kecil daripada F tabel 5% dan 1% sehingga data dari kedua perlakuan dinyatakan homogen, maka digunakan rumus statistika t yaitu uji t dengan dua contoh varians yang sama (homogen). Kecuali pada perlakuan P9 vs P12 F hitung lebih besar daripada F tabel 5%, maka digunakan rumus statistika t yaitu uji t dengan dua contoh varians yang berbeda (heterogen).



Uji dengan dua contoh varian pada Berbagai Varietas

a. Ragam contoh gabungan

Rumus :

$$s^2 = \frac{\{(n_1-1)s_1^2 - \{(n_2-1)s_2^2\}}{n_1 + n_2 - 2}$$

Keterangan:

- s_1^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- s_2^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- n_1 : banyaknya data dari perlakuan pertama
- n_2 : banyaknya data dari perlakuan kedua

Hasil Perhitungan Uji T Homogen:

Penyimpanan	n_1	n_2	s_1^2	s_2^2	s^2
Kontrol vs P3	4	4	44,027	59,299	215,642
Kontrol vs P6	4	4	44,027	54,030	212,130
Kontrol vs P9	4	4	44,027	211,983	317,432
Kontrol vs P12	4	4	44,027	19,001	188,777
Kontrol vs P15	4	4	44,027	123,024	258,126
Kontrol vs P18	4	4	44,027	86,509	233,782
Kontrol vs P21	4	4	44,027	137,642	267,871
Kontrol vs P24	4	4	44,027	89,657	235,881
Kontrol vs P27	4	4	44,027	112,205	250,913
Kontrol vs P30	4	4	44,027	72,66	224,550
P3 vs P6	4	4	59,299	54,030	273,215
P3 vs P9	4	4	59,299	211,983	378,517
P3 vs P12	4	4	59,299	19,001	249,863
P3 vs P15	4	4	59,299	123,024	319,211
P3 vs P18	4	4	59,299	86,509	294,868
P3 vs P21	4	4	59,299	137,642	328,956
P3 vs P24	4	4	59,299	89,657	296,966
P3 vs P27	4	4	59,299	112,205	311,999
P3 vs P30	4	4	59,299	72,66	285,635
P6 vs P9	4	4	54,030	211,983	357,442
P6 vs P12	4	4	54,030	19,001	228,787
P6 vs P15	4	4	54,030	123,024	298,136
P6 vs P18	4	4	54,030	86,509	273,792
P6 vs P21	4	4	54,030	137,642	307,881
P6 vs P24	4	4	54,030	89,657	275,891
P6 vs P27	4	4	54,030	112,205	290,923
P6 vs P30	4	4	54,030	72,66	264,560
P9 vs P15	4	4	211,983	123,024	929,949
P9 vs P18	4	4	211,983	86,509	905,605

Hasil Perhitungan Uji T Homogen:

Penyimpanan	n_1	n_2	s_1^2	s_2^2	s^2
P9 vs P21	4	4	211,983	137,642	939,694
P9 vs P24	4	4	211,983	89,657	907,704
P9 vs P27	4	4	211,983	112,205	922,737
P9 vs P30	4	4	211,983	72,66	896,373
P12 vs P15	4	4	19,001	123,024	158,020
P12 vs P18	4	4	19,001	86,509	133,676
P12 vs P21	4	4	19,001	137,642	167,765
P12 vs P24	4	4	19,001	89,657	135,775
P12 vs P27	4	4	19,001	112,205	150,808
P12 vs P30	4	4	19,001	72,66	124,444
P15 vs P18	4	4	123,024	86,509	549,769
P15 vs P21	4	4	123,024	137,642	583,858
P15 vs P24	4	4	123,024	89,657	551,867
P15 vs P27	4	4	123,024	112,205	566,900
P15 vs P30	4	4	123,024	72,66	540,536
P18 vs P21	4	4	86,509	137,642	437,795
P18 vs P24	4	4	86,509	89,657	405,805
P18 vs P27	4	4	86,509	112,205	420,838
P18 vs P30	4	4	86,509	72,66	394,474
P21 vs P24	4	4	137,642	89,657	610,338
P21 vs P27	4	4	137,642	112,205	625,371
P21 vs P30	4	4	137,642	72,66	599,007
P24 vs P27	4	4	89,657	112,205	433,430
P24 vs P30	4	4	89,657	72,66	407,066
P27 vs P30	4	4	112,205	72,66	497,262

Hasil Perhitungan Uji T Heterogen:

Penyimpanan	n_1	n_2	s_1^2	s_2^2	s^2
P9 vs P12	4	4	211,983	19,001	11,156

b. Uji T pada Dua Contoh Varians yang Sama (Homogen) pada Berbagai Waktu Penyimpanan

Rumus.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad \text{atau} \quad t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Keterangan:

- \bar{x}_1 : rata-rata perlakuan pertama
- \bar{x}_2 : rata-rata perlakuan kedua
- s_1^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- s_2^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- n_1 : banyaknya data dari perlakuan pertama
- n_2 : banyaknya data dari perlakuan kedua

Hasil Perhitungan Uji T Homogen

Penyimpanan	df	$\bar{x}_1 - \bar{x}_2$	$\sqrt{s^2}$	$\sqrt{1/n_1 + 1/n_2}$	t_{hitung}	t_{tabel} 0.05	t_{tabel} 0.01
Kontrol vs P3	6	3,192	14,685	0,75	0,290 ^{tn}	2,447	3,707
Kontrol vs P6	6	6,558	14,565	0,75	0,600 ^{tn}		
Kontrol vs P9	6	10,642	17,817	0,75	0,796 ^{tn}		
Kontrol vs P12	6	10,258	13,740	0,75	0,995 ^{tn}		
Kontrol vs P15	6	20,017	16,066	0,75	1,661 ^{tn}		
Kontrol vs P18	6	25,183	15,290	0,75	2,196 ^{tn}		
Kontrol vs P21	6	28,950	16,367	0,75	2,358 ^{tn}		
Kontrol vs P24	6	36,175	15,358	0,75	3,141*		
Kontrol vs P27	6	40,708	15,840	0,75	3,427*		
Kontrol vs P30	6	46,433	14,985	0,75	4,132**		
P3 vs P6	6	3,367	16,529	0,75	0,272 ^{tn}		
P3 vs P9	6	7,450	19,456	0,75	0,511 ^{tn}		
P3 vs P12	6	7,067	15,807	0,75	0,596 ^{tn}		
P3 vs P15	6	16,825	17,866	0,75	1,256 ^{tn}		
P3 vs P18	6	21,992	17,172	0,75	1,708 ^{tn}		
P3 vs P21	6	25,758	18,137	0,75	1,894 ^{tn}		
P3 vs P24	6	32,983	17,233	0,75	2,552*		
P3 vs P27	6	37,517	17,663	0,75	2,832*		
P3 vs P30	6	43,242	16,901	0,75	3,411*		
P6 vs P9	6	4,083	18,906	0,75	0,288 ^{tn}		
P6 vs P12	6	3,700	15,126	0,75	0,326 ^{tn}		
P6 vs P15	6	13,458	17,267	0,75	1,039 ^{tn}		
P6 vs P18	6	18,625	16,547	0,75	1,501 ^{tn}		
P6 vs P21	6	22,392	17,547	0,75	1,702 ^{tn}		
P6 vs P24	6	29,617	16,610	0,75	2,377 ^{tn}		
P6 vs P27	6	34,150	17,056	0,75	2,670*		
P6 vs P30	6	39,875	16,265	0,75	3,269*		

Lanjutan Hasil Perhitungan Uji T Homogen

Penyimpanan	df	$x_1 - x_2$	$\sqrt{s^2}$	$\sqrt{1/n_1 + 1/n_2}$	t_{hitung}	t_{tabel} 0.05	t_{tabel} 0.01
P9 vs P15	6	9,375	30,495	0,75	0,410 ^{tn}	2,447	3,707
P9 vs P18	6	14,542	30,093	0,75	0,644 ^{tn}		
P9 vs P21	6	18,308	30,654	0,75	0,796 ^{tn}		
P9 vs P24	6	25,533	30,128	0,75	1,130 ^{tn}		
P9 vs P27	6	30,067	30,377	0,75	1,320 ^{tn}		
P9 vs P30	6	35,792	29,939	0,75	1,594 ^{tn}		
P12 vs P15	6	9,758	12,571	0,75	1,035 ^{tn}		
P12 vs P18	6	14,925	11,562	0,75	1,721 ^{tn}		
P12 vs P21	6	18,692	12,952	0,75	1,924 ^{tn}		
P12 vs P24	6	25,917	11,652	0,75	2,966*		
P12 vs P27	6	30,450	12,280	0,75	3,306*		
P12 vs P30	6	36,175	11,155	0,75	4,324**		
P15 vs P18	6	5,167	23,447	0,75	0,294 ^{tn}		
P15 vs P21	6	8,933	24,163	0,75	0,493 ^{tn}		
P15 vs P24	6	20,692	23,492	0,75	1,174 ^{tn}		
P15 vs P27	6	20,692	23,810	0,75	1,159 ^{tn}		
P15 vs P30	6	26,417	23,249	0,75	1,515 ^{tn}		
P18 vs P21	6	3,767	20,924	0,75	0,240 ^{tn}		
P18 vs P24	6	10,992	20,145	0,75	0,728 ^{tn}		
P18 vs P27	6	15,525	20,514	0,75	1,009 ^{tn}		
P18 vs P30	6	21,250	19,861	0,75	1,427 ^{tn}		
P21 vs P24	6	7,225	24,705	0,75	0,390 ^{tn}		
P21 vs P27	6	11,758	25,007	0,75	0,627 ^{tn}		
P21 vs P30	6	17,483	24,475	0,75	0,952 ^{tn}		
P24 vs P27	6	4,533	20,819	0,75	0,290 ^{tn}		
P24 vs P30	6	4,533	20,176	0,75	0,300 ^{tn}		
P27 vs P30	6	5,725	22,299	0,75	0,342 ^{tn}		

b. Uji T pada Dua Contoh Varians yang Sama (Heterogen) pada Berbagai Waktu Penyimpanan

Rumus:
$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)}} \text{ dengan derajat bebas (df) } = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\left(\frac{s_1^4}{n_1^2(n_1-1)} + \frac{s_2^4}{n_2^2(n_2-1)}\right)}$$

Keterangan:

- x_1 : rata-rata perlakuan pertama
- x_2 : rata-rata perlakuan kedua
- s_1^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- s_2^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- n_1 : banyaknya data dari perlakuan pertama
- n_2 : banyaknya data dari perlakuan kedua

Hasil Perhitungan df pada Uji T Heterogen:

Penyimpanan	n_1	n_2	s_1^2	s_2^2	df
P9 vs P12	4	4	211,983	19,001	3

Hasil Perhitungan Uji T Heterogen

Penyimpanan	df	$x_1 - x_2$	$\sqrt{(s_1^2/n_1) + (s_2^2/n_2)}$	t_{hitung}	t_{tabel} 0.05	t_{tabel} 0.01
P9 vs P12	3	0,383	7,599	0,050 ^{tn}	3,182	5,841

Uji Homogenitas dengan Menggunakan Uji F pada Berbagai Varietas

a. Ragam Contoh (Sample Variance) (s^2)

Rumus:
$$s^2 = \frac{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}{n-1}$$

Keterangan :

- $(y)^2$: masing-masing perlakuan dijumlahkan kemudian dikuadratkan
- y^2 : masing masing perlakuan dikuadratkan kemudian dijumlahkan
- n : banyaknya data

Hasil perhitungan ragam contoh (Sample Variance) (s^2)

Varietas	n	y	$(y)^2$	y^2	s^2
Sweety	11	51,258	2627,417	41722,618	4148,376
Bush	11	137,481	18901,111	47170,970	4545,269
Indigo	11	4,500	20,250	36143,511	3614,167
Ranti	11	2,902	8,419	64599,946	6459,918

b. Uji F

Rumus:

$$F_{hitung} = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{s_B^2}{s_A^2}$$

Keterangan :

- $s_1^2 = s_B^2$ = perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- $s_2^2 = s_A^2$ = perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- s_1 dan s_2 diatur sedemikian rupa sehingga $F > 1$

Varietas	df = n ₁ -1	df = n ₂ -1	$s_1^2 = s_B^2$	$s_2^2 = s_A^2$	F_{hitung}	F_{tabel} 0.05	F_{tabel} 0.01
Sweety	10	10	4148,376	6459,918	0,642 ^{tn}	2,98	4,85
Bush	10	10	4545,269	6459,918	0,704 ^{tn}		
Indigo	10	10	3614,167	6459,918	0,559 ^{tn}		
Ranti	10	10	6459,918	6459,918	1 ^{tn}		

Hasil uji F diatas menunjukan F hitung di seluruh perlakuan lebih kecil daripada F tabel 5% dan 1% sehingga data dari kedua perlakuan dinyatakan homogen, maka digunakan rumus statistika t yaitu uji t dengan dua contoh varians yang sama (homogen).

Uji dengan dua contoh varian pada Berbagai Varietas

a. Ragam contoh gabungan

Rumus :

$$s^2 = \frac{\{(n_1-1)s_1^2 - \{(n_2-1)s_2^2\}}{n_1 + n_2 - 2}$$

Keterangan:

- s_1^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- s_2^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- n_1 : banyaknya data dari perlakuan pertama
- n_2 : banyaknya data dari perlakuan kedua

Hasil Perhitungan Ragam Contoh Gabungan Homogen:

Varietas	n ₁	n ₂	s_1^2	s_2^2	s^2
Sweety	11	11	4148,376	6459,918	49185,093
Bush	11	11	4545,269	6459,918	53550,911
Indigo	11	11	3614,167	6459,918	43308,792
Ranti	11	11	6459,918	6459,918	74612,053

b. Uji T pada Dua Contoh Varians yang Sama (Homogen) pada Berbagai Varietas

Rumus.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad \text{atau} \quad t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Keterangan:

- \bar{x}_1 : rata-rata perlakuan pertama
- \bar{x}_2 : rata-rata perlakuan kedua
- s_1^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- s_2^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- n_1 : banyaknya data dari perlakuan pertama
- n_2 : banyaknya data dari perlakuan kedua

Hasil Perhitungan Uji T Homogen:

Varietas	df	$\bar{x}_1 - \bar{x}_2$	$\sqrt{s^2}$	$\sqrt{1/n_1 + 1/n_2}$	t_{hitung}	t_{tabel} 0,05	t_{tabel} 0,01
Sweety	20	58,861	221,777	0,392	0,676 ^{tn}	2,086	2,845
Bush	20	64,191	231,411	0,392	0,707 ^{tn}		
Indigo	20	55,218	208,108	0,392	0,676 ^{tn}		
Ranti	20	75,045	273,152	0,392	0,700 ^{tn}		

Tabel 6. Hasil perhitungan waktu simpan terhadap fertilitas serbuk sari

Persentase fertilitas serbuk sari (%)				
Penyimpanan	Rata-rata (%)	Penyimpanan	Rata-rata (%)	Uji t
Kontrol	84,07	P3	80,88	tn
Kontrol	84,07	P6	77,51	tn
Kontrol	84,07	P9	73,81	tn
Kontrol	84,07	P12	73,43	tn
Kontrol	84,07	P15	64,05	tn
Kontrol	84,07	P18	58,88	tn
Kontrol	84,07	P21	55,12	tn
Kontrol	84,07	P24	47,89	*
Kontrol	84,07	P27	43,36	*
Kontrol	84,07	P30	37,63	*
P3	80,88	P6	77,51	tn
P3	80,88	P9	73,81	tn
P3	80,88	P12	73,43	tn
P3	80,88	P15	64,05	tn
P3	80,88	P18	58,88	tn
P3	80,88	P21	55,12	tn
P3	80,88	P24	47,89	*
P3	80,88	P27	43,36	*
P3	80,88	P30	37,63	*
P6	77,51	P9	73,81	tn
P6	77,51	P12	73,43	tn

Lanjutan Tabel 6. Hasil perhitungan waktu simpan terhadap fertilitas serbuk sari

Persentase fertilitas serbuk sari (%)				
Penyimpanan	Rata-rata (%)	Penyimpanan	Rata-rata (%)	Uji t
P6	77,51	P15	64,05	tn
P6	77,51	P18	58,88	tn
P6	77,51	P21	55,12	tn
P6	77,51	P24	47,89	tn
P6	77,51	P27	43,36	*
P6	77,51	P30	37,63	*
P9	73,81	P12	73,43	tn
P9	73,81	P15	64,05	tn
P9	73,81	P18	58,88	tn
P9	73,81	P21	55,12	tn
P9	73,81	P24	47,89	tn
P9	73,81	P27	43,36	tn
P9	73,81	P30	37,63	tn
P12	73,43	P15	64,05	tn
P12	73,43	P18	58,88	tn
P12	73,43	P21	55,12	tn
P12	73,43	P24	47,89	*
P12	73,43	P27	43,36	*
P12	73,43	P30	37,63	*
P15	64,05	P18	58,88	tn
P15	64,05	P21	55,12	tn
P15	64,05	P24	47,89	tn
P15	64,05	P27	43,36	tn
P15	64,05	P30	37,63	tn
P18	58,88	P21	55,12	tn
P18	58,88	P24	47,89	tn
P18	58,88	P27	43,36	tn
P18	58,88	P30	37,63	tn
P21	55,12	P24	47,89	tn
P21	55,12	P27	43,36	tn
P21	55,12	P30	37,63	tn
P24	47,89	P27	43,36	tn
P24	47,89	P30	37,63	tn
P27	43,36	P30	37,63	tn

Tabel 7. Hasil perhitungan varietas terhadap fertilitas serbuk sari

Persentase fertilitas serbuk sari (%)				
Varietas	Rata-rata (%)	Varietas	Rata-rata (%)	Uji t
Sweety	58,86	Ranti	75,05	tn
Bush	64,19	Ranti	75,05	tn
Indigo	55,22	Ranti	75,05	tn

Lampiran 4. Perhitungan Viabilitas

Tabel perhitungan uji F dan uji T dari data berbagai waktu penyimpanan dan berbagai set persilangan terhadap viabilitas serbuk sari tanaman tomat.

Penyimpanan (Hari)	Rerata Viabilitas Polen (%)				Total	Rerata
	Sweety	Bush	Indigo	Ranti		
Kontrol	31,296	30,213	26	37	124,51	31,128
3	26,84	22,78	18	33	100,62	25,155
6	14,456	17,56	9	29	70,016	17,504
9	6,963	12,236	2	12	33,2	8,3
12	3,6	7,2966	0	8	18,897	4,724
15	1,06	2,9267	0	4	7,99	1,998
18	0	0,56	0	0	0,56	0,14
Total	84,22	93,573	55	123	355,793	88,948

Tabel Akar Kuadrat dari Rerata Viabilitas Polen

Penyimpanan (Hari)	Akar Kuadrat dari Rerata Viabilitas Polen (%)				Total
	Sweety	Bush	Indigo	Ranti	
Kontrol	979,481	912,846	676	1369	3937,327
3	720,385	518,929	324	1089	2652,314
6	208,995	308,354	81	841	1439,349
9	48,488	149,736	4	144	346,224
12	12,96	53,241	0	64	130,2013
15	1,131	8,565	0	16	25,696
18	0	0,314	0	0	0,314
Total	1971,441	1951,984	1085	3523	8531,425

Uji Homogenitas dengan Menggunakan Uji F pada Berbagai Waktu Penyimpanan

a. Ragam Contoh (Sample Variance) (s^2)

Rumus:
$$s^2 = \frac{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}{n-1}$$

Keterangan :

- $(y)^2$: masing-masing perlakuan dijumlahkan kemudian dikuadratkan
- y^2 : masing masing perlakuan dikuadratkan kemudian dijumlahkan
- n : banyaknya data

Penyimpanan	n	y	$(y)^2$	y^2	s^2
Kontrol	4	124,510	15502,740	3937,327	20,547
3	4	100,620	10124,384	2652,314	40,406
6	4	70,017	4902,334	1439,349	71,255
9	4	33,200	1102,240	346,224	23,555
12	4	18,897	357,084	130,201	13,643
15	4	7,990	63,840	25,696	3,245
18	4	0,560	0,314	0,314	0,078

b. Uji F

Rumus:

$$F_{hitung} = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{s_B^2}{s_A^2}$$

Keterangan :

- $s_1^2 = s_B^2$ = perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- $s_2^2 = s_A^2$ = perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- s_1 dan s_2 diatur sedemikian rupa sehingga $F > 1$

Hasil Perhitungan Uji F:

Penyimpanan	df = n ₁ -1	df = n ₂ -1	$s_1^2 =$ s_B^2	$s_2^2 =$ s_A^2	F_{hitung}	F_{tabel} 0.05	F_{tabel} 0.01
Kontrol vs P3	3	3	20,547	40,406	0,509 ^{tn}	9,28 0	29,46 0
Kontrol vs P6	3	3	20,547	71,255	0,288 ^{tn}		
Kontrol vs P9	3	3	20,547	23,555	0,872 ^{tn}		
Kontrol vs P12	3	3	20,547	13,643	1,506 ^{tn}		
Kontrol vs P15	3	3	20,547	3,245	6,331 ^{tn}		
Kontrol vs P18	3	3	20,547	0,078	262,083**		
P3 vs P6	3	3	40,406	71,255	0,567 ^{tn}		
P3 vs P9	3	3	40,406	23,555	1,715 ^{tn}		

Lanjutan Hasil Perhitungan Uji F:

Penyimpanan	df = n ₁ -1	df = n ₂ -1	s ₁ ² = s _B ²	s ₂ ² = s _A ²	F _{hitung}	F _{tabel} 0.05	F _{tabel} 0.01
P3 vs P12	3	3	40,406	13,643	2,962 ^{tn}	9,280	29,460
P3 vs P15	3	3	40,406	3,245	12,450 ^{tn}		
P3 vs P18	3	3	40,406	0,078	515,382**		
P6 vs P9	3	3	71,255	23,555	3,025 ^{tn}		
P6 vs P12	3	3	71,255	13,643	5,223 ^{tn}		
P6 vs P15	3	3	71,255	3,245	21,956*		
P6 vs P18	3	3	71,255	0,078	908,867**		
P9 vs P12	3	3	23,555	13,643	1,726 ^{tn}		
P9 vs P15	3	3	23,555	3,245	7,258 ^{tn}		
P9 vs P18	3	3	23,555	0,078	300,442**		
P12 vs P15	3	3	13,643	3,245	4,204 ^{tn}		
P12 vs P18	3	3	13,643	0,078	174,024**		
P15 vs P18	3	3	3,245	0,078	41,395**		

Hasil uji F diatas menunjukan F hitung di beberapa perlakuan lebih kecil daripada F tabel 5% dan 1% sehingga data dari kedua perlakuan dinyatakan homogen, maka digunakan rumus statistika t yaitu uji t dengan dua contoh varians yang sama (homogen). Namun, pada perlakuan Kontrol vs P18, P3 vs P18, P6 vs P15, P6 vs P18, P9 vs P18, dan P12 vs P18, diperoleh F hitung yang lebih besar daripada F tabel 5% dan 1% sehingga data dari perlakuan tersebut dinyatakan heterogen. Digunakan rumus statistika t yaitu uji t dengan dua contoh varian yang tidak sama (heterogen).

Uji dengan dua contoh varian pada Berbagai Waktu Penyimpanan

a. Ragam contoh gabungan

Rumus :

$$s^2 = \frac{\{(n_1-1)s_1^2 - \{(n_2-1)s_2^2\}}{n_1 + n_2 - 2}$$

Keterangan:

- s_1^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- s_2^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- n_1 : banyaknya data dari perlakuan pertama
- n_2 : banyaknya data dari perlakuan kedua

Hasil Perhitungan Ragam Contoh Gabungan Homogen:

Penyimpanan	n_1	n_2	s_1^2	s_2^2	s^2
Kontrol vs P3	4	4	20,547	40,406	109,1264
Kontrol vs P6	4	4	20,547	71,255	129,6925
Kontrol vs P9	4	4	20,547	23,555	97,89222
Kontrol vs P12	4	4	20,547	13,643	91,28474
Kontrol vs P15	4	4	20,547	3,245	84,35267
P3 vs P6	4	4	40,406	71,255	209,1273
P3 vs P9	4	4	40,406	23,555	177,327
P3 vs P12	4	4	40,406	13,643	170,7195
P3 vs P15	4	4	40,406	3,245	163,7874
P6 vs P9	4	4	71,255	23,555	300,7237
P6 vs P12	4	4	71,255	13,643	294,1162
P9 Vs P12	4	4	23,555	13,643	103,3143
P9 vs P15	4	4	23,555	3,245	96,38226
P12 vs P15	4	4	13,643	3,245	56,73735
P15 vs P18	4	4	3,245	0,078	13,03364

Hasil Perhitungan Ragam Contoh Gabungan Heterogen:

Penyimpanan	n_1	n_2	s_1^2	s_2^2	s^2
Kontrol vs P18	4	4	20,547	0,078	82,24137
P3 vs P18	4	4	40,406	0,078	161,6761
P6 vs P15	4	4	71,255	3,245	287,1841
P6 vs P18	4	4	71,255	0,078	285,0728
P9 vs P18	4	4	23,555	0,078	94,27096
P12 vs P18	4	4	13,643	0,078	54,62606

b. Uji T pada Dua Contoh Varians yang Sama (Homogen) pada Berbagai Waktu Penyimpanan

Rumus.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad \text{atau} \quad t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Keterangan:

- x_1 : rata-rata perlakuan pertama
- x_2 : rata-rata perlakuan kedua
- s_1^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- s_2^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- n_1 : banyaknya data dari perlakuan pertama
- n_2 : banyaknya data dari perlakuan kedua

Hasil Perhitungan Uji T Homogen

Penyimpanan	df	$x_1 - x_2$	$\sqrt{s^2}$	$\sqrt{1/n_1 + 1/n_2}$	t_{hitung}	t_{tabel} 0.05	t_{tabel} 0.01
Kontrol vs P3	6	5,973	10,446	0,750	0,762 ^{tn}	2,447	3,707
Kontrol vs P6	6	13,623	11,388	0,750	1,595 ^{tn}		
Kontrol vs P9	6	22,828	9,894	0,750	3,076*		
Kontrol vs P12	6	26,403	9,554	0,750	3,685*		
Kontrol vs P15	6	29,130	9,184	0,750	4,229**		
P3 vs P6	6	7,651	14,461	0,750	0,705 ^{tn}		
P3 vs P9	6	16,855	13,316	0,750	1,688 ^{tn}		
P3 vs P12	6	20,431	13,066	0,750	2,085 ^{tn}		
P3 vs P15	6	23,158	12,798	0,750	2,413 ^{tn}		
P6 vs P9	6	9,204	17,341	0,750	0,708 ^{tn}		
P6 vs P12	6	12,780	17,150	0,750	0,994 ^{tn}		
P9 vs P12	6	3,576	10,164	0,750	0,469 ^{tn}		
P9 vs P15	6	6,303	9,817	0,750	0,856 ^{tn}		
P12 vs P15	6	2,727	7,532	0,750	0,483 ^{tn}		
P15 vs P18	6	1,858	3,610	0,750	0,686 ^{tn}		

b. Uji T pada Dua Contoh Varians yang Sama (Heterogen) pada Berbagai Waktu Penyimpanan

Rumus:
$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)}} \text{ dengan derajat bebas (df) } = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\left(\frac{s_1^4}{n_1^2(n_1-1)} + \frac{s_2^4}{n_2^2(n_2-1)}\right)}$$

Keterangan:

- x_1 : rata-rata perlakuan pertama
- x_2 : rata-rata perlakuan kedua
- s_1^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- s_2^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- n_1 : banyaknya data dari perlakuan pertama
- n_2 : banyaknya data dari perlakuan kedua

Hasil Perhitungan df pada Uji T Heterogen

Penyimpanan	n_1	n_2	s_1^2	s_2^2	df
Kontrol vs P18	4	4	20,547	0,078	3
P3 vs P18	4	4	40,406	0,078	3
P6 vs P15	4	4	71,255	3,245	3
P6 vs P18	4	4	71,255	0,078	3
P9 vs P18	4	4	23,555	0,078	3
P12 vs P18	4	4	13,643	0,078	3

Hasil Perhitungan Uji T Heterogen

Penyimpanan	df	$x_1 - x_2$	$\sqrt{(s_1^2/n_1) + (s_2^2/n_2)}$	t_{hitung}	t_{tabel} 0.05	t_{tabel} 0.01
Kontrol vs P18	3	30,988	7,403	4,186*	3,182	5,841
P3 vs P18	3	25,015	13,280	1,884 ^{tn}		
P6 vs P15	3	15,507	22,034	0,704 ^{tn}		
P6 vs P18	3	17,364	22,034	0,788 ^{tn}		
P9 vs P18	3	8,160	8,315	0,981 ^{tn}		
P12 vs P18	3	4,584	5,258	0,872 ^{tn}		

Uji Homogenitas dengan Menggunakan Uji F pada Berbagai Varietas

a. Ragam Contoh (Sample Variance) (s^2)

Rumus:
$$s^2 = \frac{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}{n-1}$$

Keterangan :

- $(y)^2$: masing-masing perlakuan dijumlahkan kemudian dikuadratkan
- y^2 : masing masing perlakuan dikuadratkan kemudian dijumlahkan
- n : banyaknya data

Varietas	n	y	$(y)^2$	y^2	s^2
Sweety	7	84,22	7093,008	1971,441	1802,56
Bush	7	93,57333	8755,969	1951,984	1743,51
Indigo	7	55	3025	1085	1012,98
Ranti	7	123	15129	3523	3162,79

b. Uji F

Rumus:

$$F_{hitung} = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{s_B^2}{s_A^2}$$

Keterangan :

- $s_1^2 = s_B^2$ = perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- $s_2^2 = s_A^2$ = perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- s_1 dan s_2 diatur sedemikian rupa sehingga $F > 1$

Hasil Perhitungan Uji F:

Varietas	df = n ₁ -1	df = n ₂ -1	$s_1^2 = s_B^2$	$s_2^2 = s_A^2$	F_{hitung}	F_{tabel} 0.05	F_{tabel} 0.01
Sweety	6	6	1802,56	3162,786	0,56993 ^{tn}	4,28	8,47
Bush	6	6	1743,508	3162,786	0,55126 ^{tn}		
Indigo	6	6	1012,976	3162,786	0,32028 ^{tn}		
Ranti	6	6	3162,786	3162,786	1 ^{tn}		

Hasil uji F diatas menunjukan F hitung di seluruh perlakuan lebih kecil daripada F tabel 5% dan 1% sehingga data dari kedua perlakuan dinyatakan homogen, maka digunakan rumus statistika t yaitu uji t dengan dua contoh varians yang sama (homogen).

Uji dengan dua contoh varian pada Berbagai Varietas

a. Ragam contoh gabungan

Rumus :

$$s^2 = \frac{\{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2\}}{n_1 + n_2 - 2}$$

Keterangan:

- s_1^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- s_2^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- n_1 : banyaknya data dari perlakuan pertama
- n_2 : banyaknya data dari perlakuan kedua

Hasil Perhitungan Ragam Contoh Gabungan Homogen:

Varietas	n_1	n_2	s_1^2	s_2^2	s^2
Sweety	7	7	1802,56	3162,786	17045,8
Bush	7	7	1743,508	3162,786	16632,5
Indigo	7	7	1012,976	3162,786	11518,7
Ranti	7	7	3162,786	3162,786	26567,4

b. Uji T pada Dua Contoh Varians yang Sama (Homogen) pada Berbagai Varietas

Rumus.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad \text{atau} \quad t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Keterangan:

- x_1 : rata-rata perlakuan pertama
- x_2 : rata-rata perlakuan kedua
- s_1^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- s_2^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- n_1 : banyaknya data dari perlakuan pertama
- n_2 : banyaknya data dari perlakuan kedua

Hasil Perhitungan Uji T Homogen:

Varietas	df	$x_1 - x_2$	$\sqrt{s^2}$	$\sqrt{1/n_1 + 1/n_2}$	t_{hitung}	t_{tabel} 0.05	t_{tabel} 0.01
Sweety	12	12,031	130,5596	0,520822	0,17694 ^{tn}	2,179	3,055
Bush	12	13,368	128,9669	0,520822	0,19902 ^{tn}		
Indigo	12	7,857	107,3254	0,520822	0,14056 ^{tn}		
Ranti	12	17,571	162,9951	0,520822	0,20699 ^{tn}		

Tabel 10. Hasil perhitungan waktu simpan terhadap viabilitas serbuk sari

Persentase viabilitas serbuk sari (%)				
Penyimpanan	Rata-rata (%)	Penyimpanan	Rata-rata (%)	Uji t
Kontrol	31,13	P3	25,16	tn
Kontrol	31,13	P6	17,50	tn
Kontrol	31,13	P9	8,30	*
Kontrol	31,13	P12	4,72	*
Kontrol	31,13	P15	2,00	*
Kontrol	31,13	P18	0,14	*
P3	25,16	P6	17,50	tn
P3	25,16	P9	8,30	tn
P3	25,16	P12	4,72	tn
P3	25,16	P15	2,00	tn
P3	25,16	P18	0,14	tn
P6	17,50	P9	8,30	tn
P6	17,50	P12	4,72	tn
P6	17,50	P15	2,00	tn
P6	17,50	P18	0,14	tn
P9	8,30	P12	4,72	tn
P9	8,30	P15	2,00	tn
P9	8,30	P18	0,14	tn
P12	4,72	P15	2,00	tn
P12	4,72	P18	0,14	tn
P15	2,00	P18	0,14	tn

Tabel 11. Hasil perhitungan varietas terhadap viabilitas serbuk sari

Persentase viabilitas serbuk sari (%)				
Varietas	Rata-rata (%)	Varietas	Rata-rata (%)	Uji t
Sweety	12,03	Ranti	17,57	tn
Bush	13,37	Ranti	17,57	tn
Indigo	7,86	Ranti	17,57	tn

Lampiran 5. Perhitungan Keberhasilan Persilangan

Tabel perhitungan uji F dan uji T dari data berbagai waktu penyimpanan dan berbagai set persilangan terhadap keberhasilan persilangan.

Penyimpanan (Hari)	Rerata keberhasilan persilangan				Total	Rerata
	R X S	R X B	S X R	B X R		
Kontrol	40	40	20	30	130	21,667
3	30	30	10	30	100	16,667
6	10	30	10	20	70	11,667
9	20	20	20	10	70	11,667
12	10	30	10	20	70	11,667
15	20	10	10	10	50	8,333
Total	130	160	80	120	490	81,667

Tabel Akar Kuadrat dari keberhasilan persilangan

Penyimpanan (Hari)	Rerata keberhasilan persilangan				Total
	R X S	R X B	S X R	B X R	
Kontrol	1600	1600	400	900	4500
3	900	900	100	900	2800
6	100	900	100	400	1500
9	400	400	400	100	1300
12	100	900	100	400	1500
15	400	100	100	100	700
Total	3500	4800	1200	2800	12300

Uji Homogenitas dengan Menggunakan Uji F pada Berbagai Waktu Penyimpanan

a. Ragam Contoh (Sample Variance) (s^2)

Rumus:
$$s^2 = \frac{\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}}{n-1}$$

Keterangan :

- $(y)^2$: masing-masing perlakuan dijumlahkan kemudian dikuadratkan
- y^2 : masing masing perlakuan dikuadratkan kemudian dijumlahkan
- n : banyaknya data

Penyimpanan	n	y	(y) ²	y ²	s ²
Kontrol	4	130	16900	4500	91,667
3	4	100	10000	2800	100,000
6	4	70	4900	1500	91,667
9	4	70	4900	1300	25,000
12	4	70	4900	1500	91,667
15	4	50	2500	700	25,000

b. Uji F

Rumus:

$$F_{hitung} = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{s_B^2}{s_A^2}$$

Keterangan :

- $s_1^2 = s_B^2$ = perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- $s_2^2 = s_A^2$ = perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- s_1 dan s_2 diatur sedemikian rupa sehingga $F > 1$

Hasil Perhitungan Uji F:

Penyimpanan	df = n ₁ -1	df = n ₂ -1	s ₁ ² = s _B ²	s ₂ ² = s _A ²	F _{hitung}	F _{tabel} 0.05	F _{tabel} 0.01
Kontrol vs P3	3	3	91,667	100,000	0,917	9,28	29,46
Kontrol vs P6	3	3	91,667	91,667	1,000		
Kontrol vs P9	3	3	91,667	25,000	3,667		
Kontrol vs P12	3	3	91,667	91,667	1,000		
Kontrol vs P15	3	3	91,667	25,000	3,667		

Hasil uji F diatas menunjukkan F hitung di beberapa perlakuan lebih kecil daripada F tabel 5% dan 1% sehingga data dari kedua perlakuan dinyatakan homogen, maka digunakan rumus statistika t yaitu uji t dengan dua contoh varians yang sama (homogen). Namun, pada perlakuan Kontrol vs P15 dan P3 vs P15 diperoleh F hitung yang lebih besar daripada F tabel 5% sehingga data dari perlakuan tersebut dinyatakan heterogen. Digunakan rumus statistika t yaitu uji t dengan dua contoh varian yang tidak sama (heterogen).

Uji dengan dua contoh varian pada Berbagai Waktu Penyimpanan

a. Ragam contoh gabungan

Rumus :

$$s^2 = \frac{\{(n_1-1)s_1^2 - \{(n_2-1)s_2^2\}}{n_1 + n_2 - 2}$$

Keterangan:

- s_1^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- s_2^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil

- n_1 : banyaknya data dari perlakuan pertama
- n_2 : banyaknya data dari perlakuan kedua

Hasil Perhitungan Ragam Contoh Gabungan Homogen:

Penyimpanan	n_1	n_2	s_1^2	s_2^2	s^2
Kontrol vs P3	4	4	91,667	100,000	325,000
Kontrol vs P6	4	4	91,667	91,667	320,833
Kontrol vs P9	4	4	91,667	25,000	287,500
Kontrol vs P12	4	4	91,667	91,667	320,833
Kontrol vs P15	4	4	91,667	25,000	287,500

b. Uji T pada Dua Contoh Varians yang Sama (Homogen) pada Berbagai Waktu Penyimpanan

Rumus.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \quad \text{atau} \quad t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

Keterangan:

- x_1 : rata-rata perlakuan pertama
- x_2 : rata-rata perlakuan kedua
- s_1^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- s_2^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- n_1 : banyaknya data dari perlakuan pertama
- n_2 : banyaknya data dari perlakuan kedua

Hasil Perhitungan Uji T Homogen

Penyimpanan	df	$x_1 - x_2$	$\sqrt{s^2}$	$\sqrt{1/n_1 + 1/n_2}$	t_{hitung}	t_{tabel} 0.05	t_{tabel} 0.01
Kontrol vs P3	6	5,000	18,028	0,75	0,370 ^{tn}	2,447	3,707
Kontrol vs P6	6	10,000	17,912	0,75	0,744 ^{tn}		
Kontrol vs P9	6	10,000	16,956	0,75	0,786 ^{tn}		
Kontrol vs P12	6	10,000	17,912	0,75	0,744 ^{tn}		
Kontrol vs P15	6	13,333	16,956	0,75	1,048 ^{tn}		

Uji dengan dua contoh varian pada Berbagai Varietas

a. Ragam contoh gabungan

Rumus :

$$s^2 = \frac{\{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2\}}{n_1 + n_2 - 2}$$

Keterangan:

- s_1^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- s_2^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- n_1 : banyaknya data dari perlakuan pertama
- n_2 : banyaknya data dari perlakuan kedua

Hasil Perhitungan Ragam Contoh Gabungan Homogen:

Varietas	n	y	(y) ²	y ²	s ²
Ranti x Sweety	6	130	16900	3500	674,000
Ranti x Bush	6	160	25600	4800	928,000
Sweety x Ranti	6	80	6400	1200	224,000
Bush x Ranti	6	120	14400	2800	536,000

b. Uji F

Rumus:

$$F_{hitung} = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{s_B^2}{s_A^2}$$

Keterangan :

- $s_1^2 = s_B^2$ = perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- $s_2^2 = s_A^2$ = perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil

s_1 dan s_2 diatur sedemikian rupa sehingga $F > 1$

Varietas	df = n ₁ -1	df = n ₂ -1	$s_1^2 =$ s_B^2	$s_2^2 =$ s_A^2	F _{hitung}	F _{tabel} 0.05	F _{tabel} 0.01
Ranti x Sweety	5	5	674,000	674,000	1,000	5,05	10,97
Ranti x Bush	5	5	674,000	928,000	0,726		
Sweety x Ranti	5	5	674,000	224,000	3,009		
Bush x Ranti	5	5	674,000	536,000	1,257		

Hasil uji F diatas menunjukan F hitung di beberapa perlakuan lebih kecil daripada F tabel 5% dan 1% sehingga data dari kedua perlakuan dinyatakan homogen, maka digunakan rumus statistika t yaitu uji t dengan dua contoh varians yang sama (homogen). Namun, pada perlakuan persilangan L x S vs S x L diperoleh F hitung yang lebih besar daripada F tabel 5% sehingga data dari perlakuan tersebut dinyatakan heterogen. Digunakan rumus statistika t yaitu uji t dengan dua contoh varian yang tidak sama (heterogen).

Uji dengan dua contoh varian pada Berbagai Varietas

a. Ragam contoh gabungan

Rumus :

$$s^2 = \frac{\{(n_1-1)s_1^2 - \{(n_2-1)s_2^2\}}{n_1 + n_2 - 2}$$

Keterangan:

- s_1^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- s_2^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- n_1 : banyaknya data dari perlakuan pertama
- n_2 : banyaknya data dari perlakuan kedua

Hasil Perhitungan Ragam Contoh Gabungan Homogen:

Varietas	n_1	n_2	s_1^2	s_2^2	s^2
Ranti x Sweety	6	6	674,000	674,000	3707,000
Ranti x Bush	6	6	674,000	928,000	3834,000
Sweety x Ranti	6	6	674,000	224,000	3482,000
Bush x Ranti	6	6	674,000	536,000	3638,000

b. Uji T pada Dua Contoh Varians yang Sama (Homogen) pada Berbagai Varietas

Rumus.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad \text{atau} \quad t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Keterangan:

- \bar{x}_1 : rata-rata perlakuan pertama
- \bar{x}_2 : rata-rata perlakuan kedua
- s_1^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh besar
- s_2^2 : perlakuan yang mempunyai ragam contoh kecil
- n_1 : banyaknya data dari perlakuan pertama
- n_2 : banyaknya data dari perlakuan kedua

Hasil Perhitungan Uji T Homogen:

Penyimpanan	df	$\bar{x}_1 - \bar{x}_2$	$\sqrt{s^2}$	$\sqrt{1/n_1 + 1/n_2}$	t_{hitung}	t_{tabel} 0.05	t_{tabel} 0.01
Ranti x Sweety	10	21,667	60,885	0,378	0,942 ^{tn}	2.228	3,17
Ranti x Bush	10	26,667	61,919	0,378	1,139 ^{tn}		
Sweety x Ranti	10	13,333	59,008	0,378	0,598 ^{tn}		
Bush x Ranti	10	20,000	60,316	0,378	0,877 ^{tn}		